

BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

NANCY, IMPRIMERIE BERGER-LEVRAULT ET C^{ie}.

100 20

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES

DE NANCY

ANCIENNE SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE STRASBOURG

FONDÉE EN 1828

Série II. — Tome VIII. — Fascicule XIX

19^e ANNÉE. — 1886

(AVEC PLANCHES ET FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE)

PARIS

BERGER-LEVRAULT ET C^{ie}, LIBRAIRES-ÉDITEURS

5, Rue des Beaux-Arts, 5

MÊME MAISON A NANCY

1886

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

BUREAU ET CONSEIL D'ADMINISTRATION

POUR L'ANNÉE 1886.

		MM.
BUREAU	<i>Président,</i>	SCHLAGDENHAUFFEN.
	<i>Vice-président,</i>	VOLMERANGE.
	<i>Secrétaire général,</i>	HECHT.
	<i>Secrétaire annuel,</i>	TROUVENIN.
	<i>Trésorier,</i>	FRIANT.
<i>Administrateurs.</i>		FLICHE.
		BEAUNIS.
		CHARPENTIER.

LISTE DES MEMBRES

COMPOSANT LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

Arrêtée au 1^{er} janvier 1886.

I. MEMBRES TITULAIRES

INSCRITS PAR RANG D'ANCIENNETÉ.

1. JACQUEMIN ✱, directeur de l'École supérieure de pharmacie.
3 février 1857.
2. D^r SCHLAGDENHAUFFEN, professeur à l'École supérieure de pharmacie.
5 juillet 1859.
3. D^r HECHT, professeur à la Faculté de médecine. 3 janvier 1865.
4. D^r FELTZ ✱, professeur à la Faculté de médecine. 7 février 1865.
5. D^r GROSS, professeur à la Faculté de médecine. 16 décembre 1868.
6. D^r BLEICHER ✱, professeur à l'École supérieure de pharmacie.
7 juillet 1869.
7. D^r BEAUNIS ✱, professeur à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.
8. D^r BERNHEIM, professeur à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.
9. D^r MARCHAL, ancien chef de clinique à la Faculté de médecine.
5 mai 1873.

10. D^r SPILLMANN, professeur agrégé à la Faculté de médecine. 5 mai 1873.
11. HUMBERT, docteur en médecine. 30 juin 1873.
12. DELCOMINÈTE, professeur suppl. à l'École supérieure de pharmacie. 5 janvier 1874.
13. D^r FRIANT, professeur à la Faculté des sciences. 19 janvier 1874.
14. ROUSSEL, ancien professeur à l'École forestière. 16 mars 1874.
15. FLICHE, professeur à l'École forestière. 20 avril 1874.
16. D^r LALLEMENT, professeur à la Faculté de médecine. 26 avril 1875.
17. HALLER, professeur à la Faculté des sciences. 8 janv. 1877.
18. BICHAT, professeur à la Faculté des sciences. 22 janvier 1877.
19. D^r COZE ✱, professeur à la Faculté de médecine. 7 mai 1877.
20. LE MONNIER, professeur à la Faculté des sciences. 18 juin 1877.
21. MONAL, pharmacien de 1^{re} classe. 2 décembre 1878.
22. GAULT, pharmacien de 1^{re} classe. 6 janvier 1879.
23. WOHLGEMUTH, maître de conférences à la Faculté des sciences. 20 janvier 1879.
24. D^r CHARPENTIER, profess. à la Faculté de médecine. 2 mars 1879.
25. GODFRIN, prof. à l'École sup. de pharmacie. 24 novembre 1879.
26. FLOQUET, professeur à la Faculté des sciences. 19 janvier 1880.
27. ARTH, docteur ès sciences physiques. 19 janvier 1880.
28. D^r KOEHLER, chargé d'un cours à la Faculté des sciences. 2 février 1880.
29. D^r MACÉ, professeur agr. à la Faculté de médecine. 1^{er} mai 1880.
30. D^r GRANDEAU O ✱, doyen de la Faculté des sciences. 15 juin 1880.
31. D^r LEMAIRE, licencié ès sciences naturelles. 15 juillet 1880.
32. SADLER, docteur en médecine. 1^{er} décembre 1880.
33. DUMONT, docteur en droit, chef des travaux physiques à la Faculté de médecine. 16 janvier 1881.
34. KUNTZMANN, professeur au Lycée. 16 janvier 1881.
35. JAQUINÉ O ✱, inspecteur général honoraire des ponts et chaussées. 16 janvier 1881.
36. D^r GARNIER, professeur à la Faculté de médecine. 2 mars 1881.
37. D^r STOEBER, ancien chef de clinique à la Faculté de médecine. 15 mars 1881.
38. VOLMERANGE ✱, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite. 15 mars 1881.
39. ANDRÉ, architecte. 1^{er} mars 1882.
40. BLONDLOT, professeur adj. à la Faculté des sciences. 2 juin 1882.
41. HELD, prof. agrégé à l'École supérieure de pharmacie. 2 juin 1882.
42. HENRY, professeur à l'École forestière. 1^{er} décembre 1882.
43. D^r VUILLENIN, chef des travaux d'histoire naturelle médicale à la Faculté de médecine. 1^{er} décembre 1882.
44. THOULET, professeur à la Faculté des sciences. 17 janvier 1883.

45. HASSE, professeur à l'École normale d'instituteurs. 1^{er} mars 1883.
46. THOUVENIN, chargé de cours à l'École supérieure de pharmacie.
1^{er} mars 1883.
47. MILLOT, ancien officier de marine, chargé d'un cours à la Faculté
des sciences. 17 mai 1883.
48. A. DE METZ-NOBLAT, homme de lettres. 3 juillet 1883.
49. D^r BAGNÉRIS, professeur agrégé à la Faculté de médecine.
15 janvier 1884.
50. BRUNOTTE, pharmacien de 1^{re} classe. 15 février 1884.
51. KLOBB, chef des travaux à l'École supérieure de pharmacie.
15 février 1884.
52. CHENU, licencié ès sciences naturelles. 18 juillet 1884.
53. Abbé CHEVALIER, licencié ès sciences, professeur à l'École Saint-
Sigisbert. 1^{er} décembre 1884.
54. PÉROT *, intendant militaire en retraite. 16 janvier 1885.
55. LECAT, professeur au Lycée. 16 janvier 1885.
56. RISTON, licencié en droit. 16 janvier 1885.
57. BEETIN, rentier 16 janvier 1885.
58. GUNTZ, maître de conférences à la Faculté des sciences.
16 janvier 1885.
59. SAINT-REMY, licencié ès sciences naturelles. 16 janvier 1885.
60. VILLER *, ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite.
23 février 1885.
61. PRENANT, chef des travaux d'histologie à la Faculté de médecine.
4 mars 1885.
62. CALINON, chef de correspondance aux forges de Pompey.
1^{er} mai 1885.

II. MEMBRES ASSOCIÉS

INSCRITS PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE.

- | | |
|--|-----------------------------|
| BERGEE-LEVRAULT (Oscar) *, imprimeur à Nancy. | 24 mars 1873. |
| DES ROBERT (Maurice), à Nancy. | 15 mai 1886. |
| DEPORT, maître de forges à Pompey. | 1 ^{er} avril 1880. |
| GAIFFE, constructeur d'appareils de physique à Nancy. | 28 janvier 1882. |
| GOUDCHAUX, banquier à Nancy. | 18 juin 1873. |
| D ^r HERBGOTT *, professeur à la Faculté de médecine. | 18 novembre 1878. |
| D ^r HEYDENREICH, professeur à la Faculté de médecine. | 18 nov. 1878. |
| HOUBE, ingénieur des ponts et chaussées à Nancy. | 18 novembre 1878. |
| LAEDERICH (Ch.), manufacturier à Épinal. | 16 janvier 1874. |
| LANG (B.), manufacturier à Nancy. | 16 mars 1880. |
| LANG (R.), manufacturier à Nancy. | 16 mars 1880. |
| D ^r LANGLOIS, médecin en chef à l'Asile de Maréville. | 16 janvier 1881. |

LANGENHAGEN (de) ✱, manufacturier à Nancy.	2 mars 1874.
LEDERLIN ✱, doyen de la Faculté de droit de Nancy.	24 mars 1873.
D ^r NETTER ✱, médecin principal de l'armée, en retraite.	2 août 1880.
NORBERG (J.) ✱, imprimeur à Nancy.	24 mars 1873.
THOMAS (Philippe), médecin-vétérinaire en 1 ^{er} au 10 ^e régiment de hus- sards, à Nancy.	15 juillet 1885.
D ^r TOURDES O ✱, doyen de la Faculté de méd. de Nancy.	1 ^{er} juin 1880.
VILLER, licencié en droit à Lunéville.	2 mars 1881.
BARTHÉLEMY, à Nancy.	17 mai 1883.

III. MEMBRES CORRESPONDANTS

A) NATIONAUX.

BABINET ✱, lieutenant-colonel d'artillerie à Poitiers.	M. T. 5 nov. 1865.
BARDY, pharmacien de 1 ^{re} classe à Saint-Dié.	15 novembre 1880.
BELLEVILLE, colonel en retraite, à Toulouse.	18 mai 1874.
D ^r BECKEL (Eugène) ✱, prof. agr. à l'ancienne Faculté de médecine de Strasbourg, chirurgien en chef de l'hôpital civil.	M. T. 19 mars 1867.
D ^r BOUCHARD ✱, professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux.	M. T. 2 juin 1869.
BRILLOUIN, maître de conférences à la Faculté des sciences de Dijon.	M. T. 16 janvier 1881. M. C. 15 novembre 1882.
D ^r BOUISSON O ✱, ancien doyen de la Faculté de médecine de Montpel- lier.	14 août 1838.
BUCHINGER, ancien inspecteur de l'instruction primaire, à Strasbourg.	
CASTAN ✱, chef d'escadron d'artillerie.	M. T. 5 juin 1866; M. C. 5 juin 1867.
D ^r CHRISTIAN, médecin en chef de la Maison nationale de Charenton.	M. T. 22 janvier 1877.
D ^r COLLIGNON, médecin-major de l'armée.	M. T. 9 juin 1879; M. C. 15 novembre 1881.
DAUBRÉE C ✱, membre de l'Institut, inspecteur général des mines, pro- fesseur au Jardin des Plantes.	M. A. 9 avril 1839; M. T. 5 avril 1842; M. C. août 1861.
D ^r DELACROIX, inspecteur des eaux de Luxeuil.	9 juin 1868.
D ^r ENGEL, professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.	M. T. 5 mai 1875.
D ^r FAUDEL, secrétaire de la Société d'histoire naturelle de Colmar (Haut-Rhin).	8 mai 1867.
D ^r FÉE ✱, médecin principal de l'armée.	M. T. 19 février 1867.
FISSINGER, docteur en médecine à Thion (Vosges).	1 ^{er} décembre 1881.
FLAMMARION (Camille), astronome et écrivain scientifique, à Paris.	4 novembre 1868.

- FRANÇOIS (Jules), inspecteur général des mines, à Paris. 9 juin 1868.
- GAY (J.), professeur au Lycée de Montpellier. M. T. 19 février 1867;
M. C. 19 juillet 1871.
- GÉNY, inspecteur adjoint des forêts, à Grenoble. M. T. 15 mars 1884.
M. C. 15 janvier 1886.
- GRAD (Ch.), naturaliste, à Colmar (Haut-Rhin). 6 février 1869.
- D^r HARO ✱, médecin principal de l'armée en retraite, à Montpellier.
M. T. 16 avril 1877; M. C. 3 janvier 1881.
- HECKEL, prof. à la Faculté des sciences de Marseille. M. T. 21 fév. 1876.
- HERRENSCHMIDT (E.), docteur en médecine à Strasbourg. 15 janv. 1867.
- HIRSCH, ingénieur des ponts et chaussées, à Paris. M. T. 5 mai 1873.
- HUGUENY ✱, professeur à la Faculté des sciences de Marseille. M. T.
5 juillet 1859; M. C. en 1878.
- JOUAN, capitaine de vaisseau, à Cherbourg. 1^{er} décembre 1863.
- JOURDAIN, ancien professeur à la Faculté des sciences de Nancy, à Saint-
Waast-la-Hogue (Manche). M. T. en 1877; M. C. 8 décembre 1879.
- KELLER, ingénieur des mines, à Paris. 19 juillet 1871.
- KLEIN, pharmacien à Strasbourg. M. T. 4 juillet 1865.
- D^r KÆBERLÉ O ✱, professeur agrégé à l'ancienne Faculté de médecine
de Strasbourg. M. T. 7 juillet 1857.
- KOSSMANN, docteur ès sciences, à Nancy. 9 janvier 1866.
- LADREY, prof. de chimie à la Faculté des sciences de Dijon. 3 mars 1863.
- LEJEUNE, chef d'escadron d'état-major. 3 juillet 1860.
- D^r LORTET (L.), doyen de la Faculté de médecine de Lyon. Déc. 1868.
- MANGIN, professeur au Lycée Louis-le-Grand, à Paris. M. T. 24 no-
vembre 1879; M. C. 15 novembre 1881.
- D^r MILLARDET, professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux.
M. T. 5 mai 1869.
- D^r MONOYER, prof. à la Faculté de méd. de Lyon. M. T. 4 juillet 1865.
- MUNTZ, ingénieur des ponts et chaussées, à Nancy. M. T. 5 mai 1873.
- PASTEUR C ✱, membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne, ancien
professeur à la Faculté des sciences de Strasbourg. M. T.
8 janvier 1850; M. C. 1854.
- QUATREFAGES (A. de) O ✱, membre de l'Institut, professeur au Jardin
des Plantes, à Paris. 2 juin 1835.
- REDEERER, ingénieur des ponts et chaussées. M. T. 5 mars 1877.
- ROGER, pharmacien-major en retraite. M. T. 3 février 1857; M. C.
1^{er} mars 1859.
- SAINT-LOUP, prof. à la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand.
15 janv. 1867.
- D^r VILLEMIN ✱, professeur au Val-de-Grâce. 4 août 1857.
- D^r WIEGER, prof. à la Faculté de méd. de Strasbourg. M. T. 9 juin 1857.
- D^r WILLEMIN O ✱, médecin-inspecteur des eaux de Vichy.
M. T. 8 mai 1867; M. C. 19 juillet 1871

WILLM, professeur à la Faculté des sciences de Lille. M. T. 8 mai 1867.
 D^r ZEYSSOLFF, ancien médecin cantonal à Strasbourg. M. T. 15 avril
 1834; M. C. 10 mars 1873.

B) ÉTRANGERS.

Allemagne.

BRUCH (Carl), professeur d'anatomie à Offenbach. 5 janvier 1864.
 DECHEN, directeur général des mines à Bonn. 5 novembre 1850.
 GEINITZ (H. B.), prof. à l'École polytechnique de Dresde. 5 fév. 1868.
 LUDWIG, ingénieur civil à Darmstadt. 5 juillet 1859.
 NÆGELI, professeur de botanique à l'Université de Munich. 7 mai 1855.
 SANDBERGER, professeur à l'Université de Würzburg. 4 août 1856.
 SIEBOLD (Th. de), professeur à l'Université de Munich. 8 février 1848.

Amérique du Nord. (États-Unis.)

ASA-GRAY, professeur à l'Université de Boston. 2 décembre 1851.
 LEA, membre de l'Académie de Philadelphie. 1^{er} juillet 1856.
 LESQUEREUX, naturaliste à Columbus. 5 novembre 1850.

Angleterre, Écosse, Irlande.

COLLINS (Matth.), professeur à Dublin. 2 juin 1869.
 GOULD (John), membre de la Société royale de Londres. 8 février 1848.
 HELLIER-BAILY, paléontologiste, membre de la Commission géologique
 de l'Irlande. 4 mars 1868.
 MOORE (David), directeur du Jardin botanique de Dublin. 1^{er} août 1865.
 D^r STIRTON (James), à Glasgow. 6 février 1869.

Belgique.

MORREN (Édouard), professeur de botanique à l'Université de Liège.
 12 janvier 1859.

Brésil.

GLAZIOW, directeur du Jardin botanique de Rio-Janeiro. 4 mars 1868.

Italie.

NARDO (de), professeur à Venise. 6 février 1844.
 TARGIONI-TOZZETTI, professeur de botanique à Florence. 10 nov. 1846.

Portugal.

BARBOZA-DUBOCAGE, membre de l'Académie royale de Lisbonne.
 12 mars 1862.
 O CASTELLO DA PAIVA, membre de l'Académie royale de Lisbonne.
 4 décembre 1866.

Russie.

KUTORGA, professeur à Saint-Pétersbourg. 4 juin 1855.

Suède et Norvège.

ARESCHOUG, professeur à l'Université d'Upsal. 11 janvier 1859.

LOVEN, membre de l'Académie de Stockholm. 8 février 1848.

Suisse.

FAYRE (Alph.), professeur de géologie à Genève. 2 décembre 1862.

PICTET (Franç. Jul.), professeur à l'Académie de Genève. 7 déc. 1841.

MEMBRES TITULAIRES

DÉCÉDÉS DEPUIS LA FONDATION DE LA SOCIÉTÉ.

NESTLER (Chr.-Geoffr.), professeur à la Faculté de médecine de Strasbourg; *membre fondateur*; décédé le 2 octobre 1832.

ROTH, docteur ès sciences; reçu le 5 novembre 1833; mort le 7 septembre 1834.

LAUTH (Al.), professeur à la Faculté de médecine de Strasbourg; *membre fondateur*; mort le 24 mars 1837.

VOLTZ, inspecteur général des mines. *membre fondateur*; décédé le 30 mars 1840.

HERRENSCHNEIDER, professeur honoraire à la Faculté des sciences de Strasbourg; reçu le 15 octobre 1833; mort le 29 janvier 1843.

DUVERNOY (G.-S.), membre de l'Institut, professeur au Jardin des plantes et au Collège de France, ancien professeur à la Faculté des sciences et agrégé à la Faculté de médecine de Strasbourg; *membre fondateur*; décédé à Paris le 1^{er} mars 1855.

HECHT (E.), pharmacien, professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie de Strasbourg; reçu le 26 mars 1829; décédé le 1^{er} août 1856.

GERHARDT (Ch.), professeur à la Faculté des sciences de Strasbourg; M. C., le 2 juin 1835; décédé le 4 août 1856.

MUNCH, ancien directeur de l'École industrielle municipale de Strasbourg; reçu le 20 janvier 1835; décédé à Paris le 23 septembre 1857.

ENGELHARDT (Maurice), ancien chef de division à la mairie de Strasbourg; reçu le 5 juillet 1831; décédé le 8 janvier 1858.

SAUCEROTTE (Nicolas), bibliothécaire de la Société, conservateur adjoint du Musée d'histoire naturelle de Strasbourg; reçu le 1^{er} février 1842; décédé à Lunéville le 27 octobre 1860.

SARRUS, doyen honoraire de la Faculté des sciences de Strasbourg; reçu le 15 avril 1834; décédé à Saint-Affrique le 20 novembre 1861.

LEREBoullet *, doyen de la Faculté des sciences de Strasbourg, secrétaire perpétuel de la Société; reçu le 14 août 1832; décédé le 13 octobre 1865.

Böckel (Théodore), docteur en médecine; *membre fondateur*; décédé le 6 septembre 1869.

KIRSCHLEGER, professeur à l'École supérieure de pharmacie et agrégé à la Faculté de médecine de Strasbourg; reçu le 7 juillet 1835; décédé le 15 novembre 1869.

Hepp *, pharmacien de l'hôpital civil de Strasbourg; reçu le 3 mars 1863; décédé le 9 février 1871.

Kuss (E.), professeur à la Faculté de médecine, dernier maire français de Strasbourg; M. A. 28 mai 1839; M. T. 5 avril 1842; décédé à Bordeaux le 1^{er} mars 1871.

Stieber (Victor), professeur à la Faculté de médecine de Strasbourg; M. C. 19 mai 1835; M. T. le 19 avril 1837; décédé le 5 juin 1871.

OPPERMANN *, directeur de l'École supérieure de pharmacie de Strasbourg; reçu le 15 octobre 1833; décédé le 12 septembre 1872.

COTTARD *, ancien recteur de l'Académie de Strasbourg; M. T. le 2 avril 1833; décédé le...

TAUFLIER (Édouard), docteur ès sciences; reçu le 5 février 1833; décédé à Barr (Bas-Rhin) le...

Nestler (Auguste), pharmacien en chef de l'hôpital civil de Strasbourg; reçu le 26 mars 1829; décédé le...

ENGELHARDT, docteur ès sciences, ancien directeur des forges de Niederbronn; reçu M. C. le 30 janvier 1829, M. T. en 1862; décédé le 14 mars 1874.

Billy (de) O*, inspecteur général des mines; M. T. le 20 avril 1836; décédé le 4 avril 1874.

FÉE (A.) O*, prof. honoraire de la Faculté de médecine de Strasbourg, membre de l'Académie de médecine; décédé à Paris le 25 mai 1874.

BAUDELLOT, professeur à la Faculté des sciences de Nancy; M. T. le 9 janvier 1866; décédé à Nancy le 23 février 1875.

LAUTH (Frédéric), docteur en médecine à Strasbourg; M. T. le 2 mars 1830; décédé à Strasbourg le 26 avril 1875.

SILBERMANN (Gustave) *, ancien imprimeur à Strasbourg, *membre fondateur*; décédé à Paris le 13 janvier 1876.

HIRTZ *, professeur à la Faculté de médecine de Nancy, membre de l'Académie de médecine, médecin honoraire des hôpitaux civils de Strasbourg; M. T. le 3 janvier 1865; décédé à Paris le 27 janvier 1878.

RAMEAUX *, professeur à la Faculté de médecine de Nancy; M. A. le 2 août 1812, M. T. le 5 juillet 1859; décédé à Nancy le 5 mai 1878.

EHRMANN (Charles) O*, ancien doyen et professeur à la Faculté de mé-

- mécine de Strasbourg, membre correspondant de l'Institut ; *membre fondateur* ; décédé à Strasbourg le 19 juin 1878.
- ENGEL, professeur à la Faculté de médecine de Nancy ; M. T. le 9 juin 1864 ; décédé à Nancy le 16 février 1880.
- SCHIMPER (W. Ph.) *, professeur à l'ancienne Faculté des sciences, directeur du Musée d'histoire naturelle de Strasbourg ; M. T. le 15 octobre 1833 ; décédé à Strasbourg le 20 mars 1880.
- MAILLOT, pharmacien de 1^{re} classe ; M. T. le 17 février 1879 ; décédé à Nancy le 15 juillet 1880.
- ROBERT, docteur en médecine, fondateur et rédacteur en chef de la *Revue d'hydrologie médicale française et étrangère* ; M. T. le 31 mars 1863 ; décédé à Nancy le 14 août 1880.
- GODRON O*, ancien recteur des Académies de Montpellier et de Nancy, doyen honoraire de la Faculté des sciences de Nancy ; M. T. le 5 mai 1873 ; décédé à Nancy le 16 août 1880.
- DESCAMPS, professeur à l'École supérieure de pharmacie de Nancy ; M. T. le 22 janvier 1877 ; décédé à Nancy le 13 mars 1882.
- DEIBOS, professeur à la Faculté des sciences de Nancy, directeur de l'ancienne École supérieure des sciences de Mulhouse (Haut-Rhin) ; M. T. le 5 mai 1873 ; décédé à Nancy le 5 juin 1882.
- MOREL *, professeur à la Faculté de médecine de Nancy ; M. T. le 9 juin 1857 ; décédé à Nancy le 18 janvier 1884.
- RITTER, professeur à la Faculté de médecine de Nancy ; M. T. le 4 décembre 1866 ; décédé à Nancy le 7 juillet 1884.
- OBERLIN *, ancien directeur et professeur honoraire à l'École supérieure de pharmacie de Nancy ; M. T. le 10 décembre 1855 ; décédé à Nancy le 7 décembre 1884.
- BACH *, doyen honoraire de la Faculté des sciences de Nancy ; M. T. le 9 janvier 1861 ; décédé à Marlenheim (Bas-Rhin) le 15 septembre 1885.
-

NOTES POUR SERVIR

A

L'ÉTUDE DE LA NERVATION

Par M. FLICHE

PROFESSEUR A L'ÉCOLE FORESTIÈRE



La nervation a été longtemps mise par les botanistes descripteurs à un rang très inférieur pour la distinction des espèces. Les importantes études poursuivies depuis plus d'un demi-siècle sur les fossiles végétaux ont amené les paléontologistes à lui accorder une fort grande valeur. Bien souvent, en effet, ces fossiles consistent en empreintes de feuilles, parfois d'une remarquable netteté, tandis que les organes de reproduction, sur lesquels on s'appuie plus spécialement quand il s'agit de végétaux vivants, font défaut ou sont souvent en médiocre état et presque toujours sans connexion avec les autres organes des plantes conservées dans les couches du globe.

Grâce à l'emploi des caractères tirés de la nervation, on est arrivé à distinguer un très grand nombre d'espèces fossiles; en ce qui concerne même les phanérogames on a cru pouvoir, dans la plupart des cas, faire des rapprochements avec les formes génériques vivant sous nos yeux. Brongniart, dans la magistrale étude consacrée aux fougères qui fut un des premiers grands travaux de paléontologie végétale, n'avait pas cru pouvoir faire ces identifications; il avait créé pour les espèces qu'il décrivait des genres provisoires attendant de recherches postérieures faites

sur des échantillons fructifiés la détermination des véritables affinités de ces plantes. Quelques-uns de ses successeurs, moins prudents que lui, rapprochèrent en particulier les espèces houillères des formes actuelles, d'après des frondes stériles. Des travaux récents, notamment les belles recherches de MM. Grand'Eury et Zeiller, ont montré l'inanité de ces tentatives. Des espèces rapportées aux Polypodiacées, par exemple, se sont trouvées, d'après des échantillons fructifiés, être des Marattiacées.

Les feuilles des phanérogames permettent des déterminations plus exactes; malgré cela les erreurs ici encore sont faciles, et, même dans l'état d'imperfection où se trouve encore la science, la liste serait déjà longue des espèces qui, mieux connues, ont dû sortir du genre ou même de la famille dans lesquels on les avait d'abord placées. Combien de *Myrica*, par exemple, ont été décrits comme des Protéacées. Malgré cela, les paléontologistes, et plus qu'eux encore les personnes qui se servent de leurs travaux sans avoir le temps et quelquefois la compétence nécessaires pour les contrôler, sont portés à s'exagérer la valeur des résultats obtenus. Il est donc bon de les soumettre à la critique et surtout de produire les faits qui, observés chez les végétaux vivants, doivent nous mettre en garde contre des assertions trop absolues. C'est ainsi que le polymorphisme des feuilles dans une espèce peut conduire à attribuer des feuilles fossiles provenant d'une même forme spécifique à des espèces ou même à des genres différents. Ce polymorphisme, cela est bien connu, se produit quelquefois d'une façon normale sur un même sujet pendant la durée de son existence; c'est ce qu'on observe, par exemple, quand on compare les premières feuilles du *Campanula rotundifolia* L. à celles qui les suivent, ou encore un jeune pied d'un *Eucalyptus* à un sujet adulte de la même espèce. La différence est telle que si ces végétaux ne se développaient pas sous nos yeux, il serait difficile de croire que des feuilles aussi différentes proviennent d'un seul et même pied. D'autres fois le polymorphisme existe de sujet à sujet pendant toute la durée de leur vie. Certains genres sont particulièrement remarquables sous ce rapport; ainsi les chênes nous offrent de nombreux exemples de cette variabilité, il suffit de rappeler pour la France les *Q. pedun-*

culata et *sessiliflora* parmi les espèces à feuilles caduques, le *Q. ilex* pour les espèces à feuilles persistantes. Aussi pas un botaniste s'étant occupé de la végétation actuelle, même parmi ceux qui entendent l'espèce d'une façon très étroite, n'est disposé à admettre sans de fortes réserves les nombreuses espèces de ce genre qui ont été décrites dans les flores tertiaires. Il est probable même que plusieurs d'entre elles devront sortir du genre *Quercus*, puisque, cela a été rappelé plus haut, il y a des nervations qui conduisent tout au plus à des probabilités qui disparaissent souvent devant une étude plus approfondie.

Le but du présent travail n'est pas de revenir avec détails sur ces faits bien connus. Je voudrais montrer que même des types foliaires considérés généralement et avec raison comme ayant une très grande fixité, peuvent présenter des anomalies considérables. Tantôt elles sont purement accidentelles, affectant même quelques feuilles tandis que sur le même pied les autres restent normales; tantôt, au contraire, non seulement un individu, mais tous les sujets jeunes ou qui se trouvent soumis à certaines conditions de milieu, même fort peu accentuées, sont affectés.

Je vais examiner successivement à ce point de vue une fougère, l'*Asplenium trichomanes* L.; un figuier, le *Ficus elastica* L.; un noyer, le *Juglans regia* L.; un hêtre, le *Fagus sylvatica* L. Après avoir consacré un article spécial à chacune de ces espèces, je parlerai sommairement de quelques anomalies analogues à celles qui auront été étudiées avec détail et je chercherai quelles conclusions on peut tirer des faits observés.

I.

L'*Asplenium trichomanes* L., une des plus communes parmi les fougères qui s'implantent sur les rochers et les vieux murs de notre pays, est susceptible de présenter quelques variations assez notables pour qu'elles aient attiré l'attention des floristes qui les ont décrites comme variétés, parfois même détachées de la souche-mère pour en faire des espèces spéciales.

En général, cependant, la forme générale de la fronde ne subit pas d'altérations sensibles. Un rachis simple de couleur noirâtre

porte des pinnules se ressemblant beaucoup pour une même fronde, si ce n'est que vers les deux extrémités leurs dimensions sont réduites. La plupart des flores ne font aucune mention de formes à rachis ramifié que ne renferment pas non plus les herbiers les plus considérables. Parmi les nombreux travaux descriptifs plus ou moins récents que j'ai pu consulter, seules les flores de Döll et de Kirschléger y font allusion. Le premier¹ dit qu'il n'est pas très rare de rencontrer dans sa circonscription florale des frondes dont le rachis est bifurqué ; il ajoute que ce n'est pas le cas pour les formes qui présentent une double et quadruple bifurcation décrite et figurée par Tabernæmontanus², et d'après lui par J. Bauhin³, et, en effet, il ne semble pas que ni lui, ni d'autres botanistes à sa connaissance, n'aient vu cette anomalie. Le seul fait de la citation d'auteurs aussi anciens, les termes dans lesquels elle est faite, le prouvent surabondamment. Kirschléger⁴ indique aussi les figures et le texte de Tabernæmontanus et de J. Bauhin ; il ajoute : « Forme signalée par Schauenbourg au Ballon de Soultz dans des lieux frais et ombragés. »

Il y a seize ans, j'ai trouvé en Alsace, sur les rochers porphyriques du Nideck, des pieds très développés d'*A. trichomanes* sur lesquels quelques frondes étaient bifurquées à leur extrémité par véritable dichotomie, c'est la forme signalée par Döll comme n'étant pas très rare ; je dois dire que je l'ai cependant rencontrée cette seule fois dans la région, quoique mon attention ait été attirée à plusieurs reprises sur cette espèce⁵.

Le 8 juillet 1878, j'ai rencontré en Italie, sur le mont Boro, aux environs de Lecco, la forme trouvée par Tabernæmontanus. La rareté, l'imperfection du seul dessin qui en ait été donné, les faits intéressants qu'elle fournit pour l'étude de quelques questions importantes, m'ont engagé à la figurer et à entrer dans quelques détails⁶ sur elle.

1. *Flora des Grossherzogthums Baden*. Carlsruhe, 1857, p. 14.

2. *Kräuterbuch*, p. 1187-1188.

3. *Historia plantarum*, III, p. 747.

4. *Flore d'Alsace*. Strasbourg. 1857. Tome II, p. 396.

5. Depuis je l'ai observée en Corse. Une espèce voisine, l'*A. viride* Huds., présente la même anomalie, comme j'ai pu le constater aux Entre-Portes, près de Pontarlier.

6. Depuis l'époque, 7 juillet 1879, où j'ai communiqué mes observations sur cette

Le pied du mont Boro, en venant de Lecco, présente des terrains de transport formés de débris de roches feldspathiques de toute grosseur. Dans les interstices laissés par les blocs croissent les *Asplenium rutamuraria* et *trichomanes* en fort bel état de végétation et abondamment fructifiés. Parmi des pieds normaux de la seconde espèce j'en ai trouvé un dont certaines frondes étaient affectées de la variation que je viens de rappeler; j'en ai recueilli six; à côté d'elles, sur le même individu, se trouvaient des frondes de la forme habituelle.

Les unes et les autres, comme je viens de le dire d'une façon générale pour la localité, sont très vigoureuses. Les frondes anormales présentent de un à cinq rameaux plus ou moins développés, le plus court ayant 41 millimètres, le plus long 45 millimètres; tantôt ces rameaux sont simples, tantôt ils sont eux-mêmes ramifiés, comme on peut le voir en *a* sur la figure 1.

Ils sont placés à des hauteurs variables, parfois presque opposés, jamais complètement; il y a toujours une distance appréciable (1 millimètre) entre leurs points d'attache. Les pinnules sont assez

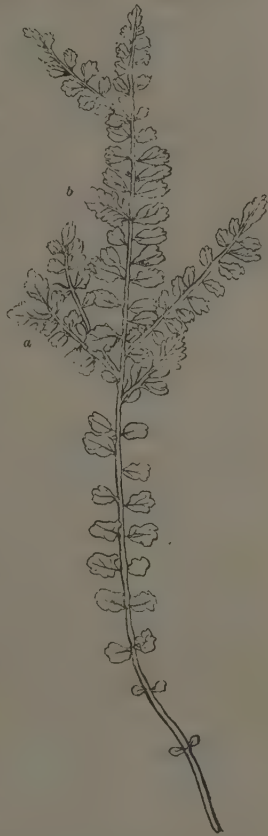


Fig. 1.

forme à la Société des sciences de Nancy, a paru le commencement du travail de M. Chr. Luerssen sur les Fougères et les Cryptogames vasculaires dans Rabenhorst (*Cryptogamen-Flora von Deutschland, etc.* Leipzig, 1884). A la page 191, l'auteur signale, chez l'*Asplenium trichomanes*, les formes anormales à frondes une et plusieurs fois bifurquées; il fait remarquer la rareté de ces dernières, en décrit une d'après un échantillon de son herbier provenant de Bozen, mais sans la figurer. Avec des analogies, elle semble présenter des différences si on la compare à celles que je décris.

inégales sur les rameaux et même, quoique en général à un moindre degré, sur ce qui semble être le rachis principal de la fronde. Assez habituellement on en voit une en dessous du rameau, mais il n'y en a point vis-à-vis sur ce qui semble continuer le rachis.

Je viens à deux reprises différentes de parler de rachis apparent, c'est que, à l'exemple des botanistes dont j'ai cité les travaux, je vois l'origine de l'anomalie qui nous occupe dans une dichotomie de la fronde, l'un des rameaux restant en général moins développé que l'autre et ne se divisant pas de nouveau, ce qui se présente au contraire fréquemment pour le second. Le rachis apparent serait ainsi en réalité un sympode. Il n'y a pas beaucoup à insister sur les preuves de cette dichotomie; il suffit de jeter les yeux sur la fronde représentée figure 1 pour s'en rendre compte. Les deux dernières dichotomies en particulier sont à peine atténuées.

Est-ce la seule cause de modification de ces frondes? je ne le pense pas; en *b*, sur la figure que je viens de citer, on voit un petit rameau qui n'est autre chose qu'une pinnule anormalement développée, fait déjà signalé par M. Luerssen. Il occupe, en effet, la place d'une pinnule normale sans qu'on voie en dessous de lui celle que présente le sympode quand il s'agit d'une dichotomie.

Si, de la question d'origine des ramifications de la fronde nous revenons à la forme de celle-ci et par suite à sa nervation générale, on voit qu'elles diffèrent profondément de ce qu'on observe habituellement chez l'espèce. Au lieu d'un rachis simple portant des pinnules simples semblables entre elles, nous en avons un irrégulièrement ramifié, penné. S'il diffère profondément d'aspect de celui de la forme normale, il se rapproche au contraire d'autres espèces du genre chez lesquelles la ramification de la fronde est irrégulière; un peu de *A. incisum* Thunb. du Japon chez lequel la fronde bipennée présente assez fréquemment, sur des échantillons de Iokohama que j'ai en herbier, des rameaux plus grands que les autres. La ressemblance est bien plus grande encore avec ce qu'on observe chez *A. crenatum* (Rup.) Fries. de l'Europe et de l'Asie septentrionale. Il y a aussi quelque analogie avec les *Adiantum* de la section *Pedatum*, tels que *A. pubescens* Schk.

d'Australie et des îles voisines, l'*A. flabellulatum* L. de Hong-Kong. Mais la forme anormale qui nous occupe se distingue par un caractère sur lequel j'ai insisté en la décrivant, la présence d'une pinnule immédiatement en dessous du rameau. Celle-ci manque chez toutes les espèces des genres *Asplenium* et *Adiantum* que je viens de citer. Il y a là, d'une part, la preuve que la ramification de la fronde est due en général à des causes complètement différentes dans les deux cas; d'autre part, un caractère qui pourrait mettre en garde contre une fausse détermination si, comme cela arrive le plus souvent dans les études paléontologiques, on n'avait à sa disposition qu'une de ces frondes anormales détachée du pied qui l'a portée ou présentant des sores en trop mauvais état pour en permettre l'étude.

II.

Le *Ficus elastica* L. est, comme la fougère dont il vient d'être question et plus qu'elle encore, un type d'une grande fixité. Il est donc fort intéressant de rencontrer une feuille dont la forme et surtout la nervation diffèrent profondément du type normal. Il suffit de jeter un coup d'œil sur les figures 2 et 3 pour constater l'étendue des dissemblances. Avant d'examiner en détail en quoi elles consistent, puis de rechercher si la forme anormale a des analogues parmi les autres espèces du genre, il est bon de donner quelques renseignements sur le sujet qui a fourni la feuille qui nous occupe, sur les relations de celle-ci avec les autres organes de même ordre qu'il porte.

Cette feuille était la première sur un rameau d'un pied de *Ficus elastica* élevé à Nancy dans un appartement. En dessous d'elle on observait sur le rameau une cicatrice foliaire, mais celle-ci était due à la chute d'une écaille. On sait que chez ce *Ficus* c'est sous cette dernière forme que se produisent les premiers organes appendiculaires du rameau. A part le trouble existant dans la nervation et la forme générale, la feuille qui est représentée figure 2 était vigoureuse de structure, parfaitement normale; trop lourde pour son pétiole, elle était presque com-

plètement pendante, plus que toutes les autres. La feuille qui la suivait avait un pétiole de 55 millimètres, mais plus gros que le sien, portant un limbe de 202 millimètres de longueur sur 120 millimètres de largeur. Elle était normale, mais plus ovale encore,



Fig. 2.

légèrement inéquilatérale, plus nettement acuminée ; elle présentait un très léger trouble, nettement perceptible, dans les nervures basilaires, il rappelait ce qu'on observait chez la feuille inférieure. La troisième feuille avait un pétiole de 60 millimètres, le limbe a 230 millimètres de longueur et 125 millimètres de largeur ; il était sensiblement normal quoique une ou deux nervures basilaires fussent encore légèrement plus fortes. Sur l'axe principal, en dessous du rameau, feuille très belle, très vigoureuse, ayant un pétiole de 75 millimètres et un limbe de 320 millimètres de longueur sur 140 millimètres de largeur ; les autres feuilles également vigoureuses, à bords plus ou moins creusés en gouttières par le redressement de chaque moitié du limbe.

La feuille normale qui a été reproduite figure 3 est la cinquième du rameau ; on l'a choisie parce que bien qu'arrivée à sa taille définitive, elle est destinée à rester plus petite que les autres. Sa nervation est d'ailleurs parfaitement normale et,

comme on peut le voir en jetant un coup d'œil sur la figure, franchement camptodrome.

D'une forte nervure médiane partent très régulièrement de chaque côté d'assez fortes nervures secondaires également espacées, généralement non opposées, d'égale force et d'égale longueur, sauf celles de la base et du sommet qui, d'abord très courtes, s'allongent très vite, de là la forme de la feuille longuement elliptique, à bords presque parallèles en son milieu. Ces nervures principales sont reliées parallèlement au bord par des arcs très prononcés dont l'ensemble forme une ligne ondulée régulière courant parallèlement au bord de la feuille.

Entre ces nervures s'en trouvent trois autres qui se détachent aussi de la médiane. Celle du milieu est encore bien visible, sensiblement droite dans la plus grande partie de son parcours, quoiqu'elle se brise plus ou moins pour atteindre l'arc formé par la rencontre des nervures qui ont été étudiées précédemment. Les deux autres, beaucoup plus faibles, irrégulières, sont à peine visibles à la face supérieure de la feuille.

Parallèlement à la ligne ondulée régulière, bien marquée, formée par les arcs qui relient les nervures secondaires principales, s'en trouve une autre beaucoup moins prononcée, irrégulière quoique ayant une direction générale sensiblement parallèle à celle de la première ; elle est formée par des nervures qui relient entre elles toutes celles dont il vient d'être question.

La nervation de la feuille anormale est toute différente ; la seconde paire de nervures qui se détachent de la médiane prend une prédominance marquée et immédiatement une direction franchement acrodrome, elle court d'abord à peu près parallèlement au bord de la feuille, puis s'en rapproche et finit au sommet de l'organe par s'y perdre, après avoir présenté quelques ondulations correspondant aux points où viennent s'anastomoser sur elles des nervures d'ordre inférieur. Cette dernière particularité n'est bien nette que sur la nervure de droite.

La première paire de nervures reste très faible et présente une disposition absolument semblable, elle est reliée aux supérieures par des nervures transverses droites, visibles à la face supérieure seulement à gauche.

Au-dessus de la seconde paire de nervures, deux nervures du côté gauche, une du côté droit affectent aussi une prépondérance

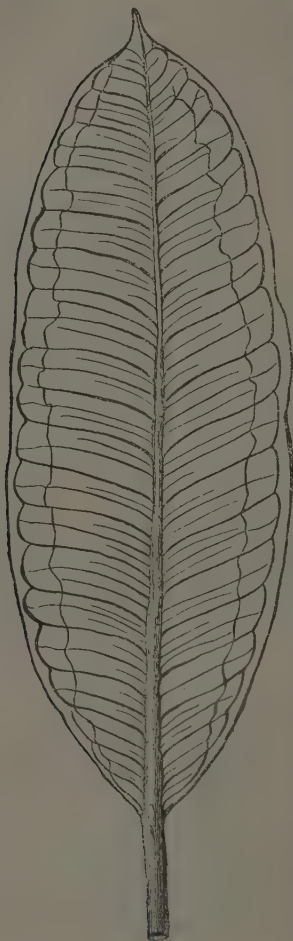


Fig. 3.

marquée, une forme et une direction qui rappellent ce qu'on observe pour les deux nervures qui ont été décrites d'abord. Entre ces troncs principaux se trouve un réseau de nervures moins importantes ; il rappelle parfaitement en *a* et en *b*, figure 2, par exemple, ce qu'on observe sur la feuille normale, mais en général il est fort irrégulier et s'en écarte beaucoup.

On le voit, dans cette feuille, tout, longueur du pétiole, forme, nervation, s'éloigne entièrement de ce qu'on observe sur les feuilles normales du *F. elastica* et même sur celles des *Ficus* en général¹. Parmi les espèces actuelles assez nombreuses que j'ai pu examiner, vivantes, en herbier, ou reproduites par les procédés d'impression des feuilles elles-mêmes usités en Autriche, quelques-unes seulement ont présenté de l'analogie avec la feuille anormale qui vient d'être étudiée. Quatre me semblent mériter d'être citées. Le *F. hirsuta* Schott. lui ressemble par l'irrégularité de sa nerva-

1. Schimper, dans son *Traité de paléontologie végétale*, ne cite même pas la nervation acrodrome comme une de celles qu'on rencontre dans le genre. Heer et d'Ettingshausen n'y reconnaissent que deux sections, celles des figuiers à nervation pennée et des figuiers à nervation palmée.

tion, la direction acrodrome de ses premières nervures, mais celles-ci sont bien moins fortes, elles le sont même sensiblement moins que celles qui les suivent immédiatement, ce qui établit une très grande différence avec la forme anormale. Le *F. crassinervis* Desf. du Bengale la rappelle aussi un peu par deux grosses nervures supra-basilaires se détachant à 5 à 6 millimètres au-dessus de la base du limbe. Le *F. bengalensis* L., avec des différences notables résultant de la forme arrondie de la feuille, des rameaux assez forts qu'émettent vers le bord du limbe les deux grosses nervures basilaires, a de l'analogie avec la forme anormale. La plus grande ressemblance est avec une espèce que j'ai rencontrée dans l'herbier Soyer-Willemet; elle provient du Jardin des Plantes d'où elle avait été envoyée par Spach sous le nom de *F. cerasiformis*. Ici la ressemblance est fort grande, ce qui est d'autant plus remarquable que l'espèce appartient à une tout autre section du genre que le *F. elastica*.

Parmi les espèces fossiles rapportées au genre *Ficus*, la feuille représentée figure 2 n'a d'analogies, et encore ne sont-elles pas très considérables, qu'avec les *F. populina* Heer et *F. Daphnogenes* Ettlings.; le premier de Monod et de Rivaz, le second de Kutschlin; tous deux incontestablement fort éloignés du *F. elastica* puisqu'ils font partie des figuiers palminerviés, tandis que le dernier appartient aux penninerviés.

Si la feuille qui vient d'être étudiée a peu d'analogues parmi les feuilles normales des espèces vivantes ou fossiles, si les analogies qui ont pu être constatées sont aussi des types fort différents du *F. elastica*, il est impossible de n'être pas frappé de la ressemblance qu'offre la nervation avec celles de végétaux ligneux fort différents des figuiers, de plusieurs laurinéés, par exemple, et des *Cinnamomum* en particulier.

III.

Les nervations qui ont fait l'objet des deux articles précédents étaient essentiellement anormales. On les rencontre rarement, elles n'affectent même pas, il s'en faut de beaucoup, toutes les feuilles de l'individu sur lequel on les observe; il n'en est pas de

même de celle qui va être examinée. On l'observe invariablement chez tous les jeunes sujets du noyer commun (*Juglans regia* L.), quoiqu'elle soit plus particulièrement remarquable sur ceux qui sont venus à l'ombre d'autres arbres. Il est même assez singulier qu'elle n'ait point été signalée jusqu'ici; cela vient sans doute de ce que le noyer, bien qu'il soit fréquemment planté, se trouve rarement à l'état de jeunes sujets dans les jardins botaniques ou à l'état de semis naturel dans les forêts. L'espèce n'est plus spontanée en France ni dans la plus grande partie de l'Europe, et il faut des conditions un peu spéciales pour qu'elle se reproduise en dehors de l'intervention de l'homme sans que d'ailleurs elle puisse le plus souvent se maintenir, étouffée qu'elle est par une végétation ligneuse mieux adaptée à l'état climatique actuel. Ces conditions je les ai trouvées réalisées dans le petit bois de Champfêtu, aux environs de Sens (Yonne). D'une étendue de 300 hectares environ, il se trouve isolé au milieu de terres dans lesquelles les noyers ne sont pas rares, en sorte que les oiseaux se nourrissant de noix, les geais en particulier, en portent constamment sur le sol forestier. Non seulement la germination y est facile, mais le bouleau, essence forestière à couvert très léger entrant souvent pour une part notable dans le peuplement du bois, les jeunes noyers peuvent résister pendant plusieurs années. Ceux que j'ai étudiés et dont une foliole a été reproduite figure 4, avaient 7 à 8 ans. Le feuillage en était fort différent de celui des pieds adultes élevés à découvert dans la même localité. Les caractères distinctifs étaient nombreux; ainsi la taille de la feuille et de chacune de ses folioles était notablement plus grande. La plus développée que j'aie trouvée mesure 0^m,555 de longueur; sa foliole terminale, pétiole non compris, a 0^m,232 de longueur sur 0^m,123 de largeur maximum; tandis que la plus grande feuille observée sur des noyers de 35 ans, vigoureux, plantés près de la maison de Champfêtu, a seulement 0^m,410 de longueur, avec une foliole terminale longue de 0^m,210 et large au maximum de 0^m,12. La consistance de cette dernière est plus coriace; les nervures sont moins saillantes, elles sont même enfoncées dans le parenchyme à la face supérieure; les organes sécrétoires sont plus visibles et plus nombreux.

Les différences dans la forme générale et le contour sont encore plus marquées. Sur le sujet adulte, les folioles, comme on peut le voir figure 5, sont elliptiques, à sommet arrondi, tandis qu'à la base les bords s'infléchissent légèrement pour rejoindre le pétiolule ; le contour est entier, présentant à peine quelques très légères ondulations. Sur le jeune pied, la foliole est lancéolée, assez fortement acuminée au sommet, tandis qu'à la base, assez franchement inéquilatérale, les bords sont légèrement décurrents sur le pétiolule. Le contour est fortement et irrégulièrement denté. La nervation offre de part et d'autre des dissemblances profondes et du plus grand intérêt. Celle du sujet adulte est constituée par des nervures se détachant très régulièrement de la médiane et très nettement camptodromes, leurs extrémités suivant assez longtemps le bord de la foliole après le point où une nervure transversale un peu plus forte que les autres les relie à la nervure immédiatement supérieure ; les aréoles formées par les nervures transversales sont en général assez régulières. Chez les jeunes sujets, les nervures principales se détachent avec moins de régularité de la médiane, elles sont plus nombreuses, très nettement craspédodromes ; les aréoles formées par les nervures transversales plus grandes, plus irrégulières, quoique quelques-unes gardent la forme rectangulaire.

Cette nervation diffère profondément, on le voit, de la première et de tout ce qu'on a observé jusqu'à présent non seulement chez le *J. regia*, mais encore chez tous les noyers. M. Cas. de Candolle signale bien dans le *Prodrome* deux variétés du premier, γ. *venosa* et δ. *Bartheriana*, à feuilles plus ou moins serrées, mais sans rien dire de la direction des nervures par rapport aux dents ; elle doit être, chez ces variétés que je ne connais pas, ce qu'elle est chez le *J. nigra*. La variété ε. *luciniata*, que Loudun avait appelée *J. heterophylla*, serait l'exagération, à l'état adulte, de ce qui vient d'être décrit chez les sujets jeunes.

Quant aux autres espèces du genre, le *J. nigra* L. de l'Amérique du Nord a les folioles très régulièrement serrées, mais la nervation n'en reste pas moins très franchement camptodrome¹. Elle

¹ Le même fait s'observe aussi chez les *Pterocarya*, le *P. caucasica* Kunt., par exemple, dont la nervation est si bien reproduite pl. XXVI, fig. 3 et 4, de la *Flore de Sagor* par d'Ettingshausen.

l'est aussi chez le genre voisin des *Juglans*, les *Carya*, cependant d'une façon moins nette et ici nous trouvons une espèce chez laquelle elle est franchement craspédodrome; c'est le *Carya olivæformis* Nuttall dont une foliole est représentée d'après un échantillon de l'herbier Soyer-Willemet, recueilli par Riehl en 1844

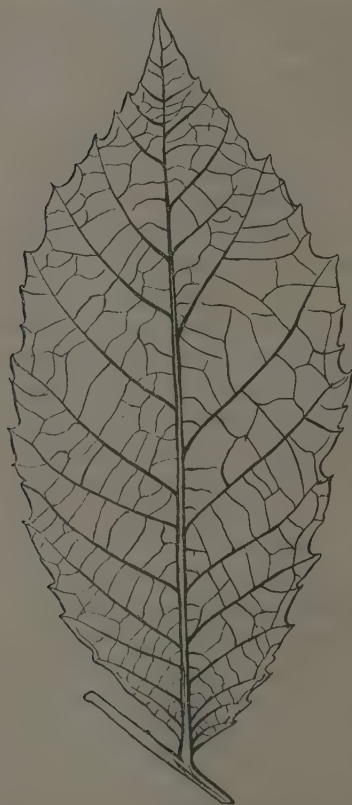


Fig. 4.

aux États-Unis. Il suffit de se reporter à la figure pour constater l'extrême ressemblance qu'elle offre avec la foliole du jeune noyer, figure 4. C'est à peine si, ignorant l'origine de l'une et de l'autre, on saisirait entre elles des différences spécifiques; la foliole de *Carya* est plus étroite, légèrement falciforme; dans tous les cas, si on ne les rapportait pas à la même espèce, on y verrait certainement deux formes étroitement alliées, et bien plus voisines que ne sembleraient être les folioles de *J. regia* représentées figures 4 et 5. On voit ici un nouvel exemple de cette ressemblance plus grande qu'offrent entre eux les types végétaux ou animaux pendant leur jeunesse; ressemblance qui est un des argu-

ments favoris des écoles transformistes. Me bornant à cette indication relative au domaine de l'hypothèse, et en restant sur le terrain solide des faits et des conclusions rigoureuses qu'on peut en tirer, il me semble difficile, après ce que je viens de dire, d'admettre comme solides, d'après les seules empreintes de feuilles, les déterminations

tions déjà considérées comme difficiles de *Juglans* et surtout de *Carya* fossiles. Les fruits seuls permettent une attribution générique certaine. On sait d'ailleurs qu'on les a rencontrés fréquemment, pour les deux genres, dans les terrains tertiaires, fort souvent malheureusement isolés des feuilles auxquelles ils devraient se rapporter. Une autre conclusion aussi qui ne me paraît pas sans intérêt, c'est que dans le cas où on trouverait en Europe dans des dépôts quaternaires des empreintes de feuilles rappelant celles du *C. olivæformis*, ce ne serait pas, en l'absence de fruits, à cette espèce américaine qu'il faudrait les

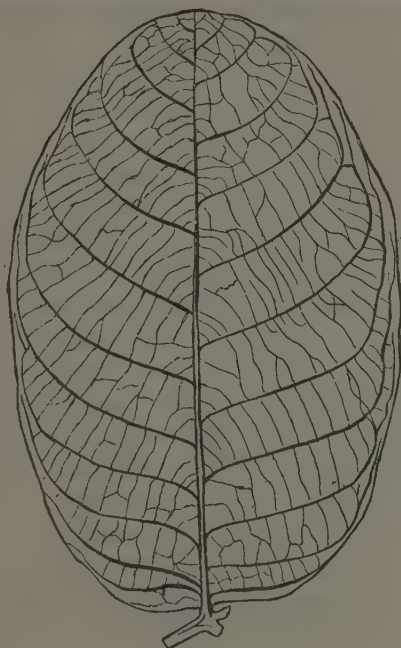


Fig. 5.

rapporter. Il n'y aurait pas lieu non plus d'y voir un type éteint, mais simplement la forme curieuse du *J. regia* qui vient d'être étudiée; cette espèce ayant déjà été rencontrée à ce niveau dans les tufs de Meyrargues et de Resson.

IV.

Les nervations qui vont faire l'objet de cet article ne sont point anormales comme celles qui ont été étudiées dans les deux premiers; ni dues surtout à l'âge comme celle du *J. regia*; elles appartiennent à des variétés géographiques du hêtre commun (*Fagus sylvatica* L.).

La feuille de cette espèce offre en général une très grande

constance de forme et de structure en ce qui concerne la nervation ; le type habituel est représenté figure 7 d'après un échantillon de la forêt de Haye, aux environs de Nancy ; le pétiole est assez allongé, 11 millimètres sur l'échantillon reproduit ; le limbe ovale, légèrement dissymétrique, est seulement un peu ondulé



Fig. 6.

sur ses bords ; de chaque côté de la nervure médiane s'en détachent dix, dont une à la base très grêle ; elles sont d'abord droites, puis s'infléchissent en approchant du bord du limbe.

Depuis longtemps déjà on s'est aperçu que ce type n'est pas absolument stable. M. A. de Candolle, en particulier, a signalé dans le *Prodrome*¹ des variations dans la longueur du pétiole qui peut avoir, dit-il, de 2 à 6 lignes, dans le nombre des nervures qui varie de 5 à 9 de chaque côté de la médiane, enfin dans la forme du contour qui peut être nettement denté. L'auteur fait toutefois observer que, dans ce dernier cas, les nervures ne se dirigent pas franchement vers l'extrémité des dents, qu'il leur arrive même d'aboutir à un sinus. Il voit dans ce fait un caractère distinctif, le seul même qui lui paraisse absolument constant, du *F. sylvatica* et du *F. ferruginea* Ait. de l'Amérique du Nord.

Une variété, dont une feuille est reproduite figure 8, montre que ce caractère aussi est susceptible de variation chez le hêtre commun. Elle est commune dans la forêt d'Eugenthal, au pied du Schneeberg, une des cimes des basses Vosges en Basse-Alsace. Elle y a été signalée pour la première fois par M. Mathieu, sous-directeur de l'École forestière ; depuis je l'ai rencontrée dans les

1. Tome XVI₂, p. 118.

forêts qui se trouvent aux confins des Ardennes et de la Meuse, dans la partie nord de ce département.

Ici le pétiole est plus court, les nervures un peu moins nombreuses, il y en a huit seulement de chaque côté; mais surtout le limbe, qui est plus large d'une façon absolue mais bien plus encore proportionnellement à la longueur, est fortement et irrégulièrement denté dans les deux tiers supérieurs; enfin, ce qui est bien plus important, partout où les dents sont nettement accusées, les nervures s'y engagent franchement et viennent se terminer à leur extrémité en s'infléchissant tout au plus un peu comme en *a* et *a'*. En comparant sous ce rapport la forme vosgienne de notre hêtre commun avec des échantillons de *F. ferruginea*, les uns recueillis en Amérique, les autres provenant de sujets cultivés en France, il m'est impossible de saisir aucune différence¹.

Il est bon de faire remarquer que nous sommes seulement en présence d'un passage entre la forme habituelle du contour chez le hêtre commun et ce qu'on observe sur une variété ou mieux une anomalie fréquemment cultivée dans les jardins sous le nom de *F. comptoniaefolia* Desf., et qui est décrite dans le Prodrôme comme une variété ξ . *heterophylla* Loud. Chez elle, la feuille est profondément lobée et chaque lobe est parcouru par une nervure droite; seulement le reste de la nervation est fortement troublé et des nervures atteignent le fond des sinus.

1. Ainsi se trouve encore diminuée la distance qui sépare les *F. sylvatica* et *F. ferruginea*; malgré cela, il me semble, qu'ils diffèrent assez pour qu'on les maintienne comme espèces distinctes; la feuille, chez la forme américaine, est plus allongée, les dents sont différentes, moins prononcées que chez la variété du hêtre européen qui vient d'être décrite, elle est plus coriace et surtout le nombre des nervures est environ double, ce qui dépasse de beaucoup les variations qui vont être signalées sous ce rapport chez le *F. sylvatica*. Enfin, le fruit est un peu plus petit; le renflement basilaire de l'involucre est moins prononcé. Malgré ces différences, il faut convenir que les deux formes sont étroitement alliées, et que l'idée de deux races locales ne saurait être exclue définitivement, même en admettant une grande stabilité de l'espèce. Je puis ajouter que M. A. de Candolle, dans le *Prodrôme*, a eu raison d'émettre des doutes au sujet de la présence d'un aubier et d'un bois parfait distincts chez le *F. ferruginea*; un échantillon sous écorce envoyé des États-Unis à l'École forestière par M. Sargent montre qu'il n'en est rien. Il est probable que cette opinion fautive a été fondée sur l'observation, chez le hêtre américain, du bois légèrement altéré qu'on rencontre si fréquemment chez celui d'Europe quand il est âgé et qui a reçu des ouvriers, dans les environs de Paris, le nom de bois rouge.

La seconde variété, représentée figure 9, provient de la montagne de Cousson, aux environs de Digne (Basses-Alpes). Le hêtre y est commun à partir de 1,200 à 1,300 mètres; l'altitude totale étant de 1,496 mètres; il a, comme on peut le constater, des feuilles très réduites, beaucoup moins allongées, proportionnellement à leur largeur, que sur la variété des Vosges alsaciennes ou sur le type tel qu'il se présente aux environs de Nancy; le limbe n'est pas décurrent sur le pétiole comme chez cette dernière; il est denticulé, mais les nervures s'infléchissent nettement pour y pénétrer ou même aboutissent aux sinus; elles sont au nombre de sept seulement, dont une à peine visible à la base du limbe; le pétiole a une longueur de 6 à 7 millimètres; enfin la consistance de la feuille est assez coriace. L'influence d'un climat sec et chaud me semble ici évidente; le bois de la montagne de Cousson se trouve en effet à l'extrême limite de l'aire du hêtre dans les montagnes de la Provence. Cependant je dois dire que j'ai rencontré une forme très analogue dans une station beaucoup plus fraîche, à la chute du Ponal, aux environs de Riva, sur le lac de Garde; le hêtre y est d'ailleurs fort rare et le chêne yeuse, au contraire, commun.

Le hêtre de Cousson présente aussi une particularité digne d'attirer l'attention, les nervures sont beaucoup plus étalées que ce n'est le cas sur le type; déjà pour les feuilles dentées d'Engenthal, l'angle formé par les nervures principales avec la médiane est plus ouvert de 2 à 3°; sur les feuilles de Cousson il l'est, pour certaines d'entre elles, de 10°; ce caractère est encore plus accusé sur la figure 10 dessinée sur un échantillon du Montecavo, aux environs de Rome. Si j'insiste sur le peu de fixité que présente l'angle en question, c'est qu'il a été employé comme caractère pour distinguer les formes fossiles; c'est ainsi que le *F. pristina* Sop., par exemple, se distingue surtout du *F. antiposi* Ung., auquel d'ailleurs Heer avait fini par le réunir. Ceci m'amène à indiquer les doutes que les observations rapportées dans cet article font naître sur la légitimité de beaucoup des espèces qui ont été décrites dans les flores fossiles. Quand on jette les yeux sur les figures 7, 8, 9, 10, il est impossible de n'être pas frappé de ce fait qu'elles diffèrent plus entre elles que ne font la plupart

des empreintes conservées dans les couches du globe ; on peut en dire autant de celles-ci comparées aux types habituels du *F. ferruginea* et du *F. sylvatica*, de celui-ci avant tout. Le fait est d'autant plus remarquable que, dans chacune des stations indiquées, les formes étudiées dans ce travail sont assez communes et assez exclusivement en possession du sol pour que leurs feuilles, si les conditions étaient favorables à une fossilisation, fussent les seuls représentants de l'espèce qu'on rencontrerait plus tard ; que de plus il s'agit d'une espèce considérée généralement comme très stable, comme ne pouvant pas être subdivisée, en Europe au moins, en ce qu'on a si justement appelé de petites espèces. Pas un botaniste ne l'a tenté, même parmi ceux qui les admettent le plus facilement ; à plus forte raison il n'est pas un forestier pour voir autre chose que du hêtre commun dans ces variétés qui ne se distinguent que par leurs feuilles, qui sont d'ailleurs si semblables par le bois, l'écorce, le port, le couvert, les exigences culturales¹.

L'étude que j'ai faite des variations de la feuille chez le *F. sylvatica* m'a conduit à la même conclusion que M. d'Ettingshausen, quant aux *F. Feroniæ* Ung. et *F. Deucalionis*. Ung. Comme lui et malgré l'autorité de Schimper², je pense qu'il n'y a pas lieu de séparer spécifiquement ces deux formes qui, dans leurs types extrêmes, ne diffèrent certainement pas plus que les feuilles représentées figures 8 et 9. L'éminent paléontologiste autrichien a parfaitement raison lorsqu'il dit³, qu'il faut réunir les deux espèces de Unger ou se résigner à en établir un grand nombre d'autres à leurs dépens, sans aucun profit pour la science puisqu'il ne s'agirait que de formes essentiellement instables. Je serais même fort tenté d'aller plus loin et de voir dans le hêtre miocène de Bilin, Parschlug, etc., non seulement l'ancêtre de notre hêtre commun, suivant l'opinion de M. de Saporta citée par Schimper dans le passage que j'ai rappelé plus haut, mais ce hêtre lui-

1. La taille de la feuille varie aussi dans d'énormes proportions ; tandis que la feuille de Cousson, représentée figure 9, présente un limbe de 47 millimètres de longueur sur 35 de largeur, je trouve sur un échantillon de Marbache, aux environs de Nancy (herbier Mathieu), 115 millimètres de longueur et 73 de largeur.

2. *Traité de paléontologie végétale*, II, p. 603.

3. *Die fossile Flora des Tertiär. Beckens von Bilin*, p. 126.

même. Il me paraît certain qu'il n'y a entre les feuilles fossilisées et celles que nous avons encore sous les yeux aucune différence essentielle. On aurait ainsi, parmi les angiospermes, un exemple, et il ne me paraît pas que ce soit le seul, de ce qui est admis pour le *Taxodium*, d'abord décrit sous le nom de *T. dubium* Heer, et qui est aujourd'hui considéré, avec toute raison, comme une simple et légère variété du *T. distichum* qui habite les marais de la Louisiane. On ne peut toutefois rien affirmer tant qu'on ne connaîtra pas sûrement les fruits de l'espèce fossile, et d'une manière générale, autre chose que l'empreinte de ses feuilles.

Lorsqu'on étudie l'histoire paléontologique du hêtre, on est frappé de plusieurs faits intéressants. Il apparaît dans notre hémisphère boréal à une époque fort ancienne puisqu'on l'a trouvé dans les dépôts crétacés du Nebraska, en Amérique, représenté par le *F. polyclada* Lesq., auquel son auteur a réuni avec toute raison, je crois, le *F. cretacea* Newb.; il se montre immédiatement fort isolé des genres voisins et avec des caractères qui rappellent d'une façon certaine les feuilles des hêtres habitant encore aujourd'hui le même hémisphère. Quand on examine la figure 6, planche V du *Cretaceous Flora* de Lesquereux, il est impossible de n'être pas frappé de la ressemblance qu'offre la feuille reproduite avec ce que nous voyons dans les forêts d'Europe ou mieux encore d'Amérique; le nombre des nervures est considérable comme chez le *F. ferruginea* Ait., et si la feuille n'est pas dentelée ainsi que chez ce dernier, elle l'est chez le *F. cretacea* de Newbery que M. Lesquereux réunit comme simple variété ainsi que cela a été dit à l'espèce qu'il a étudiée. Les hêtres paraissent avoir été rares à l'époque crétacée.

Si nous passons du crétacé au tertiaire, nous les rencontrons abondamment et nous constatons toujours la remarquable uniformité de type du genre. Seulement nous avons, parmi les formes les mieux connues, deux groupes, l'un représenté par les *F. feroniæ* Ung., *F. Deucalionis* Ung. qui rappelle par le petit nombre de ses nervures le *F. sylvatica* d'Europe, tandis que le second, *F. antipofi* (Abich) Heer, *F. pristina* Sap., a au contraire les nervures nombreuses du *F. ferruginea*. Quant aux variations de contour, elles se reproduisent d'une façon non moins remar-

quable chez nos hêtres vivants; il suffit de se reporter à celles du *F. sylvatica* reproduites figures 7, 8, 9, 10. Il n'est pas jusqu'à



Fig. 7.



Fig. 8.

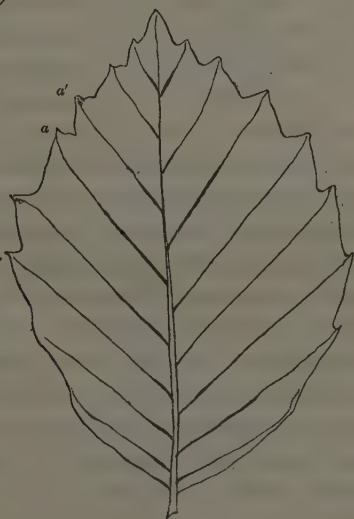


Fig. 9.

la base cordiforme du *F. cordifolia* Heer¹ qui ne trouve son analogue dans celle de la feuille figure 10.

1. Je dois dire que la figure 1, planche XCIII, du *Fossile Flora Grönlands* laisse quelques doutes sur la légitimité de l'attribution de l'empreinte trouvée à *Amarutisat* au genre *Fagus*, à cause du mode de ramification des nervures inférieures.

Il semble donc que les deux formes très étroitement alliées qui représentent le genre *Fagus* dans les régions forestières boréales de l'ancien et du nouveau monde sont antérieures à la période actuelle, qu'elles pourraient fort bien remonter au miocène. Le *F. pliocenica* Sap., si bien connu aujourd'hui dans ses feuilles et ses fruits, dont M. de Saporta a encore donné récemment des



Fig. 10.

figures¹ d'après des échantillons trouvés par M. Rames dans les cinérites du Cantal, ajoute encore plus de poids à cette opinion. Comme le fait remarquer l'éminent paléontologiste que je viens de citer, non seulement les feuilles du hêtre pliocène se rapprochent entièrement de celles du hêtre de nos forêts européennes, mes observations me paraissent même faire disparaître toute différence, mais aussi les fruits présentent la plus étroite analogie.

Un des principaux caractères différentiels, la plus grande longueur du pédoncule, est même bien léger, puisque cet organe a 2 centimètres sur la figure citée et que je trouve 13 à 15 millimètres pour le même organe sur les échantillons recueillis à Cousson, et même 19 millimètres sur un échantillon des environs de Nancy. Chez les premiers, les involucres sont aussi de taille égale à ceux des cinérites, dont les dimensions un peu faibles sont données comme un caractère différentiel. On voit que mes observations corroborent celles de M. de Saporta et permettent même d'aller plus loin que lui, de voir entre la forme fossile et l'espèce vivante une alliance plus étroite encore qu'il ne le supposait.

V.

Il me serait facile d'ajouter des faits nombreux à ceux qui viennent d'être étudiés dans les articles précédents, mais je ne

2. DE SAPORTA et MARION, *Évolution du règne végétal. Les Phanérogames*, II, p. 199, fig. 135, A et B.

veux pas allonger d'une façon exagérée ce travail, ni surtout lui ajouter des figures qui ne seraient pas absolument nécessaires. Je me bornerai à l'exposé de quelques anomalies particulièrement intéressantes parce qu'elles s'appliquent à des espèces qui n'ont point encore été étudiées à ce point de vue et qui sont en général considérées comme très fixes.

Ainsi la famille des Pomacées pourrait fournir à elle seule plusieurs variations remarquables dans la nervation et la forme de la feuille ; qu'il me suffise de parler du *Sorbus aria* (L.) Crantz. Les principales variations que j'ai constatées portent sur le nombre des nervures, sur leur direction, enfin sur la forme générale de la feuille. Le contour est aussi sujet à des variations de quelque étendue, mais je n'insiste pas sur elles à cause du peu d'importance qu'on leur accorde à juste titre.

Le nombre des nervures¹ sur les échantillons que je possède et qui ont été recueillies dans des stations très variées du nord au midi de la France, varie de sept à treize, sans qu'il soit possible de rattacher ces différences à la situation géographique. Si le nombre supérieur n'a été constaté que sur un échantillon de Malzéville, aux environs de Nancy, le plus faible a été trouvé à la fois dans la forêt de Montrieu, aux environs de Toulon, et dans celle de Breitschloss, aux environs de la Petite-Pierre (Alsace).

Les variations dans la direction des nervures ne sont pas moins importantes. Sur un échantillon de Maxéville (environs de Nancy), les nervures principales qui se détachent de la médiane forment avec elle un angle de 30° seulement, tandis que sur un échantillon de l'Esterel l'angle est de 60°, aussi la différence est-elle très appréciable à l'œil, même sans mesures rigoureuses.

Quand les nervures sont très étalées, la feuille s'arrondit beaucoup ; c'est ce qu'on observe en général dans la région méditerranéenne et c'est un des principaux caractères de la variété qu'on a quelquefois élevée au rang d'espèce sous le nom de *S. græca*. Dans le nord, la feuille s'allonge davantage jusqu'à devenir franchement lancéolée, comme on le voit fréquemment dans les Vosges alsaciennes.

1. Il s'agit du nombre d'un côté de la nervure médiane.

L'*Arbutus unedo* L., de la famille des Éricinées, est une espèce chez laquelle les descriptions les plus exactes n'ont pas noté de différences appréciables dans les feuilles, et cependant j'en ai observé dans la forêt de la Pinouse, à Quillan (Aude), une variété dont les feuilles diffèrent profondément du type habituel, particulièrement de ce qu'on voit dans l'Esterel, comme va le prouver la description comparative.

L'échantillon de l'Esterel recueilli au Gratadis a des feuilles presque spatulées, à bords faiblement dentés, nettement réfléchis; les nervures principales qui se détachent de la médiane sont plus redressées; la nervation est peu visible à la face supérieure; elle est enfoncée dans le tissu parenchymateux qui la déborde; les feuilles sont très coriaces, les plus grandes ont 6 centimètres de longueur et 2 de largeur.

L'échantillon de la Pinouse de Quillan a les feuilles lancéolées, à bords fortement dentés, nullement réfléchis; les nervures principales sont plus étalées, la nervation est saillante à la face supérieure et par suite bien visible. Les plus grandes feuilles ont 133 millimètres de longueur et 45 de largeur¹.

On voit que la différence est profonde entre les feuilles des deux provenances; tous les caractères sont dissemblables, et ici encore il me semble que si l'on avait à déterminer les empreintes isolées, il y aurait de grandes chances pour qu'elles fussent attribuées à deux espèces; et cependant, par tout le reste de leur organisation, les arbousiers de l'Esterel et de la Pinouse de Quillan se ressemblent. On trouve d'ailleurs des intermédiaires entre les deux formes de feuilles qui paraissent tenir au climat sous lequel elles se sont constituées. La station du Gratadis est dans la région la plus chaude; le laurier rose (*Nerion oleander*), si rare de ce côté de la Méditerranée, croît en abondance au bord d'un ruisseau voisin; la forêt est constituée par le pin maritime (*Pinus pinaster*), le pin d'Alep (*P. halepensis*), le chêne-liège (*Quercus suber*). A la Pinouse de Quillan, l'*Arbutus unedo* se trouve à sa limite supérieure en altitude, la station est relativement fraîche; la forêt est formée essentiellement par le pin syl-

1. Il est impossible de n'être pas frappé de la ressemblance de ces feuilles avec celles de l'*Arbutus canariensis* Veill.

vestre (*P. sylvestris*), auquel se joignent quelques hêtres (*Fagus sylvatica*) et des sapins (*Abies pectinata*) assez nombreux. Ces derniers ne se maintiendraient peut-être pas, il est vrai, si des graines n'arrivaient facilement de la région supérieure de la montagne, mais ils ont une croissance suffisamment vigoureuse et atteignent la taille d'arbres.

Les deux modifications de feuilles dont il va être question maintenant ne sont liées qu'à des différences très légères dans la nervation. S'il me semble utile de les examiner, c'est que l'une d'elles n'a pas même été citée par les floristes, quoiqu'elle donne lieu à une variété assez notable, et que l'autre a été le plus souvent négligée, bien qu'elle ait été signalée d'abord par Aiton, puis par quelques auteurs de flores locales¹. Cette dernière s'observe chez le *Lonicera periclymenum* L.; les feuilles très entières de l'espèce se présentent avec des lobes et des sinus très prononcés, et cela non pas seulement sur des sujets entièrement anormaux, mais sur le même pied, souvent sur le même rameau que des feuilles normales; dans ce cas, ces dernières se rencontrent presque toujours à la base du rameau. C'est au moins ce que je trouve sur les échantillons de mon herbier, lesquels proviennent du bois de Champfêtu, aux environs de Sens (Yonne). La nervation est à peine modifiée, les nervures principales ne vont pas jusqu'à l'extrémité du lobe; un peu en dessous d'elle, elles se bifurquent, les deux rameaux qu'elles fournissent s'infléchissent en contournant le sinus pour aller s'unir aux rameaux semblables détachés des nervures immédiatement antérieures et immédiatement supérieures. A l'état normal, ces nervures, au lieu de se bifurquer, continuent une course sinueuse presque parallèle au bord de la feuille, elles s'amincissent graduellement, puis s'unissent à la nervure immédiatement supérieure.

C'est aussi dans le genre chèvrefeuille, chez le *L. xylosteum* L., qu'on rencontre la variété de feuille que j'ai annoncée plus haut. La nervation est à peine touchée; les nervures principales sont un peu moins prononcées, légèrement plus étalées; mais les feuilles sont plus courtes, plus arrondies au sommet, le limbe est

1. Voir notamment KIRSCHLÉGER, *Flore d'Alsace*, 1^{re} édition, I, p. 345, et DOLL, *Flora des Grossherzogthums Baden*, III, p. 990.

décurrent sur le pétiole au lieu de présenter une base cordiforme, comme cela est habituel chez l'espèce. Ces derniers caractères suffisent pour donner à cette variété que j'ai observée dans la forêt de la Sainte-Baume, aux environs d'Aubagne (Bouches-du-Rhône), un facies très distinct qui n'est pas sans rappeler un peu celui du *L. cærulea* L. des très hautes régions montagneuses de l'Europe centrale, des stations moins élevées de l'extrême nord, fort différent dans tous les cas du type habituel du *L. xylosteum*, espèce de forme en général très stable.

VI.

Les faits qui viennent d'être exposés conduisent à quelques conclusions qui ne sont pas sans intérêt. Il est à peine besoin de faire observer, après ce qui a été dit dans le préambule de ce travail, qu'elles n'ont point la prétention d'être absolument neuves. Elles viennent seulement corroborer celles qu'on avait tirées des faits antérieurement observés ; justifier et fortifier les réserves déjà émises par plusieurs botanistes au sujet des espèces inscrites dans les catalogues de la paléontologie végétale.

Quant à la valeur absolue de la nervation pour la distinction des espèces, qu'elles soient encore vivantes ou qu'on ne les rencontre plus qu'à l'état fossile, il me semble qu'elle est grande, mais sujette à des anomalies, à des variations, résultant de l'âge ou de la station, qui interdisent de compter sur les seuls caractères fournis par les nervures. Ceux-ci ne font point exception à ce qu'on constate lorsqu'on cherche à employer dans le même but les autres organes. S'il est une vérité qui me semble démontrée aujourd'hui en botanique descriptive, c'est qu'il faut renoncer à définir une espèce et de même un genre ou une famille par un seul caractère. Trop longtemps on a cherché à y arriver ; on s'est ainsi trouvé conduit à bien des discussions oiseuses, à l'établissement de beaucoup d'espèces qui ne soutiennent pas la discussion, qu'on soit partisan de la permanence des types ou du transformisme.

Peut-être aurai-je prochainement occasion de publier pour certains fruits un travail analogue à celui-ci, de montrer que chez

eux aussi on trouve d'importantes variations là où on a cru constater pendant longtemps une très grande fixité; malgré cela, et pour rester dans notre sujet actuel, quand on voit les différences que présente la nervation chez des espèces très stables, suivant l'âge chez le noyer (*Juglans regia*) ou suivant la station chez le hêtre (*Fagus sylvatica*) et l'arbousier (*Arbutus unedo*), on comprend que les auteurs des flores actuelles fassent un emploi fort modéré des caractères auxquels les paléontologistes ont été conduits par la force des choses à accorder une grande valeur. Ils continuent avec raison à donner une large préférence à ceux que fournissent les organes de la reproduction, fleurs et fruits.

Comme je viens de le rappeler, on n'a pas toujours le choix pour les formes fossiles; rarement, surtout pour les espèces tertiaires, on possède d'elles autre chose que leurs feuilles, plus rarement encore on trouve les divers organes réunis sur un même échantillon. Les caractères tirés de la nervation ont déjà rendu, et continueront à rendre de grands services pour leur étude. Il n'en est que plus important de savoir exactement le degré de certitude qu'elle comporte. Il me semble qu'on doit poser d'abord en principe que toute détermination basée sur une seule empreinte ou même sur un très petit nombre de celles-ci a, dans la plupart des cas, infiniment peu de valeur. Les observations relatives à la feuille anormale de *Ficus elastica*, aux feuilles des jeunes sujets de *Juglans regia*, démontrent de la façon la plus saisissante à quelles énormes erreurs on peut arriver dans ce cas. Les déterminations faites sur un très grand nombre d'empreintes ne sont pas elles-mêmes à l'abri de toute critique. Déjà, quand il s'agit des différences dues à l'âge, nous voyons des espèces présenter dans la jeunesse, et cela sur toutes leurs feuilles, les caractères qui appartiennent à toutes les feuilles d'une espèce faisant partie d'un autre genre (*Juglans regia* et *Carya olivæformis*). Qu'est-ce donc quand il s'agit de formes diverses appartenant à une même espèce et présentant une distribution géographique différente? J'ai déjà fait observer les doutes légitimes qui s'imposent à l'esprit relativement à la plupart des espèces fossiles du genre hêtre quand on jette les yeux sur les figures qui se rapportent à une espèce aussi peu variable que le *F. sylvatica*. L'exposé plus sommaire des

observations relatives aux *Sorbus aria*, *Lonicera periclymenum*, *L. axylosteum*, *Arbutus unedo*, espèces également très stables, vient complètement à l'appui de ce que nous a révélé l'étude du hêtre.

Aussi je crois que dans beaucoup de cas, je serais fort tenté même de dire dans la plupart, il faut tenir une détermination pour provisoire seulement lorsqu'elle n'est faite que sur des empreintes de feuilles. Il est certain que le doute diminuera à mesure qu'on arrivera à des formes plus voisines de celles qui vivent sous nos yeux ; l'exemple du *J. regia* et du *C. olivæformis* est là cependant pour prouver qu'il ne faudrait pas toujours se fier à une quasi-identité, que bien souvent aussi la certitude diminuera à mesure qu'on voudra arriver à une détermination plus précise, c'est-à-dire se référant à des groupes de valeur de moins en moins considérable.

Il ne me semble possible d'arriver à des affirmations que dans les cas où nous possédons aussi des moules ou des empreintes de fruits, de fleurs. La perfection est atteinte quand nous connaissons tous les organes du végétal et surtout quand nous les possédons avec leur structure intime, que nous ayons affaire à des lignites et en général à des dépôts charbonneux ou à des échantillons minéralisés tels que ceux qui ont servi aux magnifiques études de M. Renault sur les végétaux de l'époque carbonifère.

Qu'on ne se méprenne pas d'ailleurs sur ma pensée ; je ne prétends pas borner la paléontologie végétale à l'étude des espèces sur lesquelles nous sommes arrivés à la certitude ; je n'ignore pas l'importance considérable que peut avoir pour le géologue la description exacte des débris végétaux qu'on rencontre dans les couches du globe, alors même que leurs affinités resteraient très obscures ou qu'il leur serait imposé un nom qui ne serait pas en rapport avec celles-ci. Je sais aussi que l'analyse même exagérée vaut mieux à l'origine d'une science qu'une synthèse excessive ; il y a moins d'inconvénients, dans le cas dont nous nous occupons, à décrire séparément des formes qui plus tard devront être réunies qu'à constituer des espèces avec des objets hétérogènes. Ce n'est bien souvent qu'en commençant par des

observations incomplètes, en se résignant à des erreurs d'attribution qu'on est arrivé à reconstituer des espèces, des genres, parfois des familles qui sont aujourd'hui presque aussi bien connues que des plantes vivantes. Les *Cordaïtes* ont été pendant longtemps des végétaux fort énigmatiques avant de livrer le secret de leurs formes et de leur organisation à MM. Grand'Eury et Renault. Le *Glyptotrabus europæus* Heer a reçu neuf noms, deux attributions génériques fausses avant d'être aussi bien connu que son congénère actuel de Chine. Le *Populus mutabilis* Heer est aussi une des espèces les plus certaines, les mieux étudiées de la flore tertiaire ; cependant il a reçu d'abord douze noms différents, il a été attribué à un genre voisin des peupliers, *Salix*, ou même à des genres très différents, *Laurus*, *Ficus*, *Quercus*. Sans allonger inutilement mon travail par de nombreux exemples, qu'il me soit encore permis de citer une des espèces les plus répandues dans les terrains tertiaires moyens, le *Cinnamomum polymorphum* (Al. Br.) Heer. Ses feuilles, ses fleurs, ses fruits ne laissent aucun doute sur la légitimité de l'attribution, et cependant non seulement il a reçu neuf noms différents, mais des botanistes de la valeur d'Alexandre Braun et d'Unger y avaient vu d'abord un *Ceanothus*.

Continuons donc sans nous laisser arrêter par des craintes d'erreur exagérées, par le désir d'une perfection excessive, à étudier et à nommer des fossiles végétaux en les rapprochant autant que possible des formes vivantes. Mais sachons exactement quand nous sommes sur le terrain solide de la certitude ; quand nous arrivons au probable d'abord, puis au douteux, quand l'indétermination absolue nous avertit enfin que nous sortons du domaine de toute science. Ce sont des vérités qu'il est toujours bon d'avoir présentes à l'esprit, jamais autant qu'en abordant des recherches dans lesquelles l'erreur et les illusions sont si faciles. Puissent les pages qui précèdent leur donner quelque appui auprès du lecteur.

EXPLICATION DES FIGURES.

1. Fronde anormale d'*Asplenium trichomanes* L.
2. Feuille anormale de *Ficus elastica* L.
3. Feuille normale du même.
4. Foliolle de *Juglans regia* L. provenant d'un jeune sujet.
5. Foliolle de la même espèce provenant d'un pied adulte.
6. Foliolle de *Carya olivæformis* Natt.
7. Feuille de *Fagus sylvatica* L. des environs de Nancy.
8. Feuille du même d'Engenthal.
9. Feuille du même de Cousson (environs de Digne).
10. Feuille du même de Monte-Cavo (Monts Albains).

Toutes les figures ont été dessinées en grandeur naturelle et réduites d'un cinquième dans leur reproduction photographique.



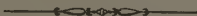
NOTE SUR UNE SUBSTITUTION ANCIENNE

D'ESSENCES FORESTIÈRES
AUX ENVIRONS DE NANCY

PAR

M. FLICHE

PROFESSEUR A L'ÉCOLE FORESTIÈRE DE NANCY



I.

Dans une communication préliminaire faite à la Société¹, j'ai cherché comment, de l'étude de nombreux charbons contenus dans des amas de scories provenant de forges anciennes, il résultait que la vaste forêt d'Othe située sur les départements de l'Aube et de l'Yonne, entre Troyes et Joigny, avait subi d'importantes modifications, quant aux essences forestières qui la peuplent. Aujourd'hui, en effet, le chêne, le charme, quelques essences blanches ou secondaires, y constituent les espèces prédominantes, tandis qu'à l'époque gallo-romaine et au commencement du moyen âge le hêtre y jouait un rôle absolument prépondérant que trahit encore actuellement le nom de plusieurs cantons de la forêt. J'ai montré aussi qu'il ne fallait pas attribuer cette remarquable substitution d'espèces ligneuses à une prétendue loi d'alternance ou à des modifications climatiques ; qu'elle

1. Séance du 1^{er} juin 1880. *Bull.*, série II, tome V, page 18.

est due uniquement à l'intervention de l'homme, à des causes d'ordre économique. Pendant toute la période où le hêtre prédomine, la forêt, fort peu exploitée au point de vue de ses produits en bois, sert avant tout à nourrir du gibier pour les chasses des seigneurs, de nombreux troupeaux de porcs appartenant à divers propriétaires auxquels est concédé le droit de parcours ; elle reste alors constituée par des arbres de futaie ; mais lorsqu'à partir du ^{xiv}^e siècle, le développement de Paris et celui de l'industrie réclament des bois de feu, du charbon, des écorces, les exploitations en taillis à courtes révolutions, auxquelles les seigneurs propriétaires tentent d'abord de s'opposer, deviennent la règle ; le hêtre qui s'en accommode fort mal cède la place à des espèces de plus facile composition à cet égard ; le chêne et le charme en première ligne.

Aujourd'hui, grâce à une découverte récente de notre confrère M. Bleicher, je suis à même de signaler un phénomène de même ordre aux portes de Nancy ; lorsqu'on parcourt le grand massif de la Haye entre cette ville et Toul, on est frappé de ce fait que tandis que le hêtre est très abondant au centre de la forêt où il constitue souvent la masse du peuplement, il est beaucoup plus rare et fait assez fréquemment presque complètement défaut dans les cantons situés sur la périphérie connus sous le nom populaire de *Fourasses*. En général rien dans l'état actuel n'explique cette différence ; si le sol est quelquefois plus superficiel et plus sec que dans le reste de la forêt, bien souvent il ne diffère en rien de ce qu'il est dans les cantons centraux où le hêtre est le plus abondant et le plus beau.

Tel est le cas pour la portion du bois communal de Champigneulles où M. Bleicher vient de découvrir et d'étudier avec M. Ch. Cournault une enceinte préhistorique sur laquelle ils ont fait une communication à la Société d'archéologie lorraine ; le hêtre est assez abondant sur la pente qui de là descend vers le ruisseau de Champigneulles, mais il fait presque complètement défaut sur le plateau peuplé de chêne et de charme avec quelques essences accessoires, coupé par un retranchement transversal qui constitue la portion la plus intéressante de la découverte de notre confrère, à raison de son mode de construction fort

bizarre, à raison aussi de ce que celui-ci a entraîné la conservation d'une énorme quantité de charbon. Si je ne prétends pas décrire au point de vue archéologique cette œuvre ancienne, je dois dire un mot de sa structure afin de faire comprendre comment elle nous a conservé des traces importantes de l'ancien état de la forêt. Le chemin militaire qui vient d'être créé sur le plateau, en coupant le retranchement, permet de voir que celui-ci se compose d'une région périphérique formée de pierrailles et de terre à l'état naturel et d'un noyau central qui mérite d'attirer notre attention ; il est formé de pierres soudées grossièrement par de la chaux obtenue sur place en faisant agir le feu sur les pierres elles-mêmes ; de là le charbon, reste du bois qui a servi à l'opération, et qui se trouve pris aujourd'hui dans le magma résultant de la cohésion des portions de pierre non attaquées avec la chaux produite, la terre aussi, qui pouvait se trouver mêlée au tout.

Comme le retranchement a une longueur d'environ 338 mètres, on voit que la quantité de charbon est assez considérable ; en général, il est très fragmenté et en fort mauvais état ; cependant il est facile de voir qu'il provient d'une seule espèce ligneuse. Mes premières études ont porté sur des morceaux choisis comme meilleurs que les autres par les auteurs de la découverte ; depuis, M. Bleicher a bien voulu m'accompagner dans une visite faite à l'enceinte ; j'ai vu ainsi des charbons plus nombreux et cela aux deux extrémités du retranchement ; ils ont confirmé entièrement le résultat de mes recherches antérieures. Le premier fait qui se dégage de l'étude de ce charbon, c'est l'absence totale du chêne très facilement reconnaissable, même en menus fragments carbonisés, à la grosseur de ses vaisseaux et à l'épaisseur de ses rayons médullaires. Quelques échantillons, mieux conservés que les autres, ont gardé la structure du hêtre, très facile à reconnaître à l'œil nu et à la loupe. Afin de vérifier cette détermination pour les échantillons moins bien conservés, j'en ai soumis des fragments à l'examen microscopique ; ils s'y prêtent d'autant mieux qu'ils sont devenus fort transparents ; la forme des organes élémentaires, la grosseur et les dessins des vaisseaux en particulier s'accordent complètement avec ce qu'on observe chez le hêtre.

Comme je l'ai déjà dit, il est facile de voir que tous les charbons examinés proviennent d'une seule espèce. Le mode de désagrégation à lui seul le prouverait, et il m'avait immédiatement frappé par la ressemblance qu'il présentait avec les charbons de hêtre altérés que j'avais déjà eu occasion d'étudier.

Il me semble évident que la présence exclusive du hêtre dans le charbon démontre que lui seul aussi peuplait la forêt au moment où le retranchement a été construit ; comment admettre que des populations à un état de civilisation assez peu avancé, pour construire d'après des procédés aussi primitifs que celui du retranchement de Champigneulles, aient respecté le chêne pour brûler seulement du hêtre ? D'ailleurs aujourd'hui l'essence inférieure serait le charme. Pour les mêmes raisons on ne saurait supposer qu'ils aient été chercher au loin des bois alors qu'ils devaient en avoir sous la main. D'ailleurs il faudrait admettre, dans cette dernière hypothèse, qu'ils auraient trouvé une forêt de hêtres à un état de pureté fort rare aujourd'hui, même dans la région centrale de la forêt.

Si le charbon conservé dans le retranchement de Champigneulles prouve que la fourasse était peuplée de hêtres au moment de la construction de cette ancienne fortification, est-il possible de déterminer l'époque à laquelle remonte celle-ci ? Jusqu'à présent, nous n'avons aucun fait positif qui permette de lui attribuer un âge même relatif, le seul auquel il soit, sans doute, permis d'arriver. Des objets fabriqués, tels qu'armes ou poteries, pourraient seuls donner des indications précises. Cependant il est possible d'affirmer que cette construction défensive est antérieure à l'occupation romaine ; elle est, en effet, d'un type absolument différent des ouvrages militaires du moyen âge et de Rome. Il est même peu probable, sans qu'ici on soit en droit d'être aussi affirmatif, qu'elle ait été édiflée par des Gaulois contemporains de César. Nous savons comment ils fortifiaient leurs villes, et leurs ouvrages étaient beaucoup moins grossiers que celui qui s'est conservé dans le bois de Champigneulles. Mais, même en admettant que nous ne soyons pas complètement édifiés sur l'architecture militaire des diverses peuplades qui habitaient la Gaule, c'est, on le voit, au moins à dix-neuf siècles qu'il faut

reporter les charbons que nous venons d'étudier et l'état forestier qu'ils révèlent ¹.

Pourquoi a-t-il fait place à celui que nous voyons aujourd'hui ? Il me semble que c'est uniquement par suite de l'intervention de l'homme, qui a détruit d'abord la forêt pour s'installer, puis qui, lorsque celle-ci se fut reconstituée, l'ancien campement ayant été abandonné, l'a fait servir à son usage en la soumettant à des exploitations fort irrégulières, mais certainement à courtes révolutions, parfaitement défavorables au hêtre qui en Lorraine rejette mal de souche, et qui de plus à l'état de jeune plant redoute l'insolation directe. Le chêne, le charme, au contraire, fournissent des rejets abondants, et leur jeune plant recherche, au lieu de l'éviter, une vive lumière.

Nous ne sommes point ici en présence d'une simple hypothèse. Dans le travail important et d'un si grand intérêt qu'il vient de consacrer à l'histoire des forêts lorraines, M. Guyot ² a montré que dès la période franke, alors que les grands massifs restaient presque inexploités, les parcelles qui en étaient détachées ou qui les bordaient étaient exploitées en taillis pour subvenir aux besoins des tenanciers des grands domaines. Or la forêt de Champigneulle se trouve précisément dans ce cas, et le domaine qui a donné naissance à la commune actuelle est certainement fort ancien. Un titre de 940, conservé aux archives départementales, et que M. Guyot a eu l'obligeance de me signaler ³, prouve à la

1. Je crois cependant devoir faire observer qu'au camp de Péran, dans les Côtes-du-Nord, la découverte de tuiles au voisinage d'une enceinte qui présente de grandes analogies avec celles de Champigneulle et du Camp-d'Afrique dont il sera question plus loin, tuiles qui se trouvent même quelquefois dans les matériaux du retranchement, indique une ancienneté moindre ; la construction serait postérieure à l'arrivée des Romains. Voir *Rapport sur le Camp de Peran*, par M. Geslin de Bourgogne ; Paris, Imprimerie impériale, 1867, pages 4 et 8.

2. *Les Forêts lorraines*, par M. Ch. Guyot. (*Mem. Soc. arch. lor.*, III^e série, XII^e vol., page 205.)

3. En 940, donation au monastère de Saint-Arnoul, par le comte Albofuis, de la villa de Champigneulle : « *Villam nuncupatam Champigneulle et ecclesiam cum banno, tam in mansis quam in edificiis, arcis, terris cultis et incultis, agris, pratis, campis, pascuis, vineis, sylvis, aquis, aquarumque decursibus, venationibus, piscationibus, etc.* » (*Cartulaire de Lay-Saint-Christophe*, p. 266. Arch. Meurthe, 186.)

fois qu'il existait déjà au x^e siècle et qu'il comprenait une forêt qui n'est point décrite, mais qui, suivant toute vraisemblance, correspondait en tout ou en partie au bois communal actuel.

Le nom même des Fourasses prouve l'usage qu'on en faisait et le mode d'exploitation auquel par suite elles étaient soumises. L'orthographe ancienne, celle en particulier que nous trouvons au commencement du xvn^e siècle sous Charles III, est Foueresse. Or, dans un document du xiv^e siècle, on rencontre ce même mot avec la signification de chauffage¹. Toutes les fourasses ont donc servi à produire du combustible pour les populations riveraines ; et par suite, exploitées en taillis sans beaucoup de soin, elles ont, moins bien que les cantons centraux plus longtemps respectés, conservé les essences forestières qui peuplaient primitivement le massif de la Haye.

Il est à peine besoin de faire observer que je ne prétends point que le chêne et le charme en fussent exclus ; seulement il me paraît certain que leur rôle vis-à-vis du hêtre s'est trouvé interverti comme dans la forêt d'Othe dont je rappelais l'histoire au commencement de cette note.

Il m'a semblé qu'une substitution d'essence, constatée par un document positif, présente quelque intérêt tant au point de vue de la science pure qu'à celui de la pratique. En déterminant la cause qui l'a entraînée, nous y voyons une preuve de plus de l'action prépondérante que l'homme exerce sur la distribution des espèces végétales ; nous voyons aussi que l'état actuel de nos forêts est bien souvent artificiel, non seulement quant au mode de traitement qui leur est appliqué, mais encore dans la façon dont est constitué le peuplement. Les modifications que l'homme a introduites volontairement ou d'une façon inconsciente sont quelquefois heureuses parce qu'elles mettent la forêt mieux en harmonie avec les besoins qu'elle doit satisfaire, mais souvent elles ne sont pas sans inconvénient, puisque, par exemple, il peut se faire qu'une espèce soit devenue dominante, qu'elle

1. Charte de Ferry IV en 1320. Il y est fait don aux hommes « de Champigneulle estant dou seignoraire de l'abbay de Saint-Arnoul de Mes. leur foeresse au mort bois » dans certains cantons de la forêt de Haye. Cette pièce est citée par M. Le-page, *Le Val Saint-Barthélemy* (*Mém. Soc. arch. lorr.*, année 1879, p. 86).

forme même un peuplement pur, sur un sol qui ne le comporte pas. Il est intéressant, je crois, de démontrer le rôle considérable des phénomènes économiques dans les substitutions d'essences que nous pouvons étudier, parce que l'homme reste puissant pour corriger ou réparer ce qui est son œuvre, tandis qu'il n'aurait qu'à s'incliner devant une force naturelle s'il se trouvait en présence d'une loi d'alternance comme celle qu'on a cru pouvoir, à diverses reprises, fonder sur des observations qui pouvaient être justes, mais dont l'interprétation n'est pas à l'abri de toute critique.

II.

Depuis que les pages précédentes ont été écrites, les travaux de la route militaire établie sur le plateau de la forêt de Haye ont largement entamé en deux points une ancienne enceinte fortifiée importante, très connue dans le pays sous le nom de Camp-d'Afrique et attribuée aux Romains, comme cela s'est fait bien souvent pour des travaux dont on ignorait les auteurs.

M. Ch. Cournault, le premier, après visite des coupes excellentes que nous possédons aujourd'hui du ou mieux des retranchements, car il y en a deux concentriques séparés par un fossé profond, se rendit compte de l'erreur dans laquelle on était tombé. Dans une communication faite le 14 août dernier à la Société d'archéologie lorraine, il fit remarquer la complète analogie du retranchement intérieur avec celui que M. Bleicher a découvert dans le bois de Champigneulle. Les dimensions diffèrent; au Camp-d'Afrique, en effet; on est en présence d'un puissant amas ayant un développement en longueur et une hauteur bien plus considérables que celles de l'humble fortification dont il a été question plus haut. Le profil en long de l'ouvrage diffère aussi, parce qu'il a dû s'adapter à la disposition du terrain; mais le profil en travers est le même en plus grand, et ce qui est plus important, le mode de construction est identique de part et d'autre. Ici comme à Champigneulle, le noyau de l'amas de roche et de terre est formé par un magma de pierres incomplètement calcinées et de chaux obtenue par la combustion de

bois mélangés à ces fragments de roche calcaire, bois dont on trouve des restes sous forme de charbons.

Cette identité dans un mode de construction aussi singulier prouve que, malgré leur importance si inégale, les retranchements du Camp d'Afrique et de Champigneulle sont dus à une même population et que les Romains ne sont pour rien dans cette enceinte qu'on leur a si gratuitement attribuée. Ce n'est point ici le lieu d'entrer dans des détails archéologiques étrangers au sujet que je traite, sans cela il me serait facile de montrer qu'en dehors du mode de construction, qui à lui seul trahit l'origine qui a eu cours auprès de tout le monde jusqu'à présent, il y aurait bien d'autres objections et de grande valeur à lui opposer.

A la suite de M. Cournault, M. Bleicher visita les coupes du Camp d'Afrique et me rapporta un certain nombre de charbons dont j'ai fait l'étude. Ils ressemblent par la façon dont ils sont enchaînés dans le magma et par leur aspect physique à ceux de Champigneulle. Bien qu'ils aient été choisis parmi les meilleurs, ils sont très fragmentés et leur état de conservation laisse encore plus à désirer, en général, qu'à Champigneulle. Cependant il est facile de constater qu'ils proviennent tous d'une seule espèce forestière, que le chêne n'a concouru à la formation d'aucun. L'examen à l'œil nu ou à la loupe des meilleurs morceaux montre clairement qu'ils résultent de la carbonisation de bois de chêne très reconnaissable à ses vaisseaux et à ses rayons (quoiqu'ils soient des échantillons plus médiocres, non seulement ils ont l'aspect du même charbon altéré, mais l'examen au microscope, plus difficile aussi que pour ceux de Champigneulle, montre encore que les organes élémentaires sont suffisamment conservés, les dimensions, la forme, la structure de ceux du chêne).

L'examen que j'ai fait moi-même de certains échantillons a montré que le charbon n'y était pas seulement en plus mauvais état qu'à Champigneulle, qu'il y avait aussi beaucoup plus de suie. La raison de ce double fait me semble très facile à concevoir. L'action du feu a été beaucoup plus intense au Camp d'Afrique qu'à Champigneulle, dans le premier retranchement étudié. Il a dû en être ainsi pour calciner une aussi énorme masse de peaux : on entend, en effet, par les nombreuses cavités communiquant entre elles qu'ils

présentait, donnait naissance à un tirage très puissant qui activait la combustion. Plusieurs indices montrent l'intensité de la chaleur ; ainsi on rencontre des scories vitreuses rappelant complètement celles que produisent, ou produisaient surtout, les hauts-fourneaux ; on trouve aussi des galets de roches granitiques dont la surface présente une couverte analogue à celle de la porcelaine et, comme elle, due à la fusion du feldspath. Le feu ayant eu une aussi grande activité, le bois a été brûlé complètement, le charbon n'a pu se former qu'exceptionnellement et, dans ce cas, il est passé le plus souvent à l'état de braise qui, on le sait, résulte d'une combustion plus avancée et garde moins bien les caractères du bois dont elle provient.

Ce charbon, s'il est moins abondant qu'à Champigneulle, l'est assez cependant pour que l'on puisse affirmer qu'au Camp-d'Afrique comme dans cette localité la population qui a fait la construction n'avait à sa disposition que du bois de hêtre ; que le chêne, en particulier, s'il existait dans la forêt, devait y être extrêmement rare. Il aurait eu au moins autant de chances que le hêtre de se conserver à l'état de charbon et même de braise. Or, l'état forestier actuel est bien différent de celui qui se révèle ainsi à nous. Le hêtre existe encore dans la forêt qui entoure le camp et qui le recouvre, mais il forme au plus la moitié de la futaie qui est de consistance moyenne et il n'entre que pour un dixième dans la constitution du taillis. On trouve avec lui des espèces très variées : morts-bois, saule marceau, tremble, fruitiers, érables champêtre et sycomore, charme, tilleul, chêne. Ce dernier est l'espèce la plus commune dans la futaie.

On voit qu'ici encore la forêt a été profondément modifiée par l'intervention de l'homme. Le hêtre s'est retiré devant les espèces qui s'accommodaient mieux que lui de l'exploitation en taillis. Il est, pour la même raison, plus fréquent dans la futaie qui surmonte celui-ci, mais là même il a dû céder la place à d'autres espèces, soit parce que sa régénération par semence s'est effectuée imparfaitement au milieu du fourré constitué par le taillis, soit parce que le chêne ayant un plus haut degré d'utilité, l'homme a eu intérêt à le favoriser.

Il serait intéressant de savoir à quelle époque a commencé

cette transformation du peuplement de la forêt. Aucun document historique ne permet de fixer une date précise. Cependant, le bois appartenant à la commune de Chavigny, on peut, avec assez de vraisemblance, lui appliquer ce qui a été dit à propos de celui de Champigneulles. Nous savons, en outre, que l'exploitation du fer hydroxydé et la production de la fonte se sont pratiquées depuis fort longtemps dans les environs. Une charte du comte de Vaudémont, en 1161¹, prouve que cette industrie existait déjà, au moment où elle a été donnée, dans la commune voisine de Chaligny. Or, la réduction du minerai exige des quantités considérables de combustible qu'on ne pouvait à cette époque prendre que dans les forêts avoisinant le fourneau. En conséquence, on pratiquait des exploitations considérables, le plus souvent abusives, qui ont amené quelquefois le déboisement, dans tous les cas la substitution partielle ou totale du taillis à la futaie. L'intérêt des usines était même de provoquer cette transformation, les produits du taillis, plus petits, plus fréquemment réalisables, leur étant plus utiles que ceux de la seconde.

On voit que dans les environs du Camp-d'Afrique comme dans ceux de Champigneulles, tout se réunit pour nous montrer que le peuplement de la forêt a subi des modifications considérables ; que les causes auxquelles elles sont dues sont d'ordre essentiellement économique.

1. Voir LEPAGE, *Recherches sur l'industrie en Lorraine*. (Mem. Ac. Stan., 1852, p. 329.)

SUR LES HOMOLOGIES DES MOUSSES

PAR

M. le Dr Paul VUILLEMIN

CHEF DES TRAVAUX D'HISTOIRE NATURELLE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY



INTRODUCTION.

Les Mousses, avec les Hépatiques leurs proches parentes, tiennent évidemment le milieu, par la complication de leur structure, entre les Thallophytes et les Cryptogames vasculaires. Cette simple notion du degré d'organisation ne nous apprend rien de précis sur leurs affinités réelles; elle engage toutefois à examiner cette question au point de vue des relations existant entre les deux grandes subdivisions des végétaux : d'une part, les plantes purement cellulaires, dépourvues de membres définis et, de l'autre, les plantes vasculaires caractérisées par une haute différenciation histologique et anatomique.

Cependant la plupart des botanistes laissent de côté cette étude; les uns semblent considérer les Mousses comme une quantité négligeable dans le monde des plantes et l'on pourrait citer telle histoire du développement du règne végétal dans les temps géologiques, où le nom des Muscinées ne figure pas une seule fois; d'autres naturalistes, et parmi eux de fervents bryologues, admettraient volontiers qu'elles constituent un ensemble indépendant, isolé dans la nature, un règne à part pour ainsi dire. Ces deux

opinions extrêmes ne pouvaient satisfaire les botanistes convaincus du rigoureux enchaînement qui unit les différents groupes de plantes, de l'imposante régularité qui règne dans le monde organisé sans laisser aucune place au caprice. Un arbre généalogique est le symbole qui résume le mieux les relations démontrées entre les végétaux divers par l'ontogénie, l'anatomie comparée, la paléontologie, que l'on admette, avec l'école transformiste, la réalité de cette filiation, ou que l'on croie à une création distincte pour chacun des rameaux épanouis depuis les plus anciennes périodes géologiques et à une simple parenté de formes.

S'appuyant sur ce principe, divers auteurs ont recherché les affinités des Muscinées. Leurs rapports avec les plantes inférieures sont difficiles à préciser en raison du polymorphisme de ces dernières, et de l'absence de caractères dominateurs faciles à introduire dans la comparaison : la parenté indiquée avec les Characées et les Floridées est assez incertaine. Les travaux consacrés à fixer leurs relations avec les plantes vasculaires se distinguent par une plus grande précision ; pourtant leurs résultats sont assez discordants et parfois négatifs. Ce désaccord n'a pas lieu de nous surprendre, si nous tenons compte des points de vue divers auxquels se sont placés les observateurs. A défaut d'homologies évidentes, on s'est adressé aux analogies liées à la forme générale du corps ou à une similitude de fonctions ; cependant un caractère a souvent une valeur taxinomique inversement proportionnelle à son importance physiologique.

On peut ramener à quatre catégories les recherches accomplies sur les affinités des Muscinées (Mousses et Hépatiques) avec les plantes vasculaires : 1° comparaison des tiges feuillées ; 2° comparaison des organes sporogènes ; 3° comparaison des organes sexuels ; 4° comparaison des premiers développements de l'œuf fécondé ou embryologie comparée. L'examen de ces divers travaux composera la première partie de ce mémoire ; il nous montrera l'insuffisance de ces méthodes.

Tout en faisant la part des notions qu'elles ont mises en évidence et en nous appuyant sur elles, nous nous adresserons plus particulièrement, dans la seconde partie, à l'anatomie comparée. Cette marche différente servira de contrôle aux résultats annoncés

dans les études antérieures, les confirmant en partie, expliquant quelques apparentes anomalies.

PREMIÈRE PARTIE.

I. — COMPARAISON DE LA TIGE FEUILLÉE DES MOUSSES ET DES PLANTES VASCULAIRES.

Bien que l'assimilation de la tige feuillée des Mousses et des plantes vasculaires soit contestée par divers bryologues, on peut la considérer encore aujourd'hui comme l'opinion classique : tous les ouvrages élémentaires nous montrent la transformation graduelle du thalle en tige feuillée dans la série des Muscinées. Ces transitions sans doute sont évidentes lorsqu'on s'en tient à cet embranchement, mais s'arrêtent à la limite du groupe, et la tige feuillée de la Mousse la plus parfaite est séparée de la tige feuillée d'une plante vasculaire par un abîme, qu'aucune observation ne tend à combler. Les divergences entre les points essentiels de structure sont même d'autant plus frappantes que l'analogie dans l'aspect général est plus grande.

La première différenciation de la tige des plantes vasculaires oppose un dermatogène ou épiderme primitif aux tissus profonds, souvent même avant leur distinction en périblème et plérome. Dans la tige des Mousses, l'épiderme fait toujours défaut et les assises protectrices qui en rappellent l'aspect se spécialisent tardivement. On a considéré comme un épiderme à plusieurs assises¹ la couche externe de cellules des *Sphagnum* (Pl. III, fig. 40) depuis longtemps dessinée par Schimper², dont la figure assez imparfaite est reproduite, sans grandes modifications, dans la plupart des traités de botanique. Cette couche est une formation secondaire, directement adaptée au mode de vie des Sphaignes dans les tourbières ; elle apparaît assez tard et peut manquer, dans les tiges florales par exemple.

1. DUCHARTRE, *Éléments de botanique*, 2^e édit., p. 269.

2. W. P. SCHIMPER, *Recherches anatomiques et morphologiques sur les Mousses*. (*Mém. de la Soc. du Muséum d'hist. nat. de Strasbourg*, t. IV, 1850 ; pl. IV, fig. 8.)

On a pensé que, parmi les Hépatiques, les Marchantiées offraient un épiderme moins contestable et les pores de leur assise superficielle ont été longtemps assimilés aux stomates. Pourtant leur développement est tout autre que celui des stomates des plantes vasculaires : ils ne naissent pas d'une cellule-mère spéciale et ne sont pas bordés de cellules propres. D'autre part, M. Voigt ¹ a opposé leur disposition rayonnante à la disposition bilatérale des vrais stomates. Ce caractère n'a peut-être pas l'importance que lui attribue ce botaniste, puisque M. Zeiller ² a trouvé des stomates à symétrie rayonnée chez une Junipérinée fossile, le *Frene-lopsis Hoheneggeri* ; d'ailleurs, le stomate type a deux plans de symétrie. Si ces arguments ne sont pas concluants, toute espèce de doute a disparu, depuis que M. Leitgeb ³ a démontré que la formation des chambres aérifères, loin d'être due à l'écartement de tissus préexistants, résulte du débordement de certains points de la couche superficielle, de telle sorte que la prétendue membrane épidermique ressemble à un agrégat de poils en écusson confluents. Cette donnée, directement vérifiable pour les orifices simples, s'applique aussi bien aux pores canaliformes des *Marchantia* et *Preissia*, qui se relie aux précédents par toutes les transitions.

On ne saurait objecter la petite taille des Mousses. Certaines Phanérogames sont bien inférieures aux plus grandes Mousses ; et l'organisation, plus importante que la taille, atteint, chez plusieurs Phanérogames adultes, un degré moins élevé que celui des Mousses, sans que la différenciation précoce d'un épiderme en soit modifiée. Nous en trouvons de frappants exemples dans la famille des Podostémacées ⁴, qui ont le genre de vie et le port des Mousses, et particulièrement chez le *Tristicha hypnoides*, étudié avec soin par M. Cario ⁵. L'épiderme y est nettement diffé-

1. A. VOIGT, *Beitrag zur vergl. Anat. der Marchantiaceen.* (Botan. Ztg., 1879.)

2. R. ZEILLER, *Observations sur quelques cuticules fossiles.* (Annales des sciences nat. ; Bot., 6^e série, t. XIII, 1882.)

3. H. LEITGEB, *Die Athemöffnungen der Marchantiaceen.* (Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch. Wien, 1880.)

4. E. WARMING, *La Famille des Podostémacées.* (Mém. Acad. de Copenhague, 6^e série, t. II, 1881-1882.)

5. R. CARIO, *Anatomische Untersuchung von Tristicha hypnoides.* (Botan. Ztg., 1881.)

rencié et le cylindre central possède un faisceau muni de vaisseaux et de tubes criblés bien caractérisés.

Dans la tige d'un assez grand nombre de Mousses, on distingue une colonne axile formée, tantôt de cellules à parois minces, tantôt de cellules à membranes épaisses interrompues par des diaphragmes minces (*Polytrichum commune*), et fréquemment décrite. « Il existe en Tasmanie et dans la Nouvelle-Zélande, dit M. Crié ¹, des types de Polytrics chez lesquels le faisceau libéro-ligneux rudimentaire de notre *Polytrichum commune* est bien autrement accentué et représente, suivant nous, le faisceau fibro-vasculaire le plus simple qui existe. Tel est en effet le faisceau axile du *Phalacroma dendroides* Hooker, Polytric de la Nouvelle-Zélande, de la Tasmanie et du Chili, et l'une des plus belles Mousses connues. Le *Phalacroma* possède, outre ce faisceau axile, d'autres faisceaux disséminés dans la masse du parenchyme fondamental et remarquables par leurs éléments qui semblent ne pas différer des véritables faisceaux. Ces mêmes faisceaux isolés paraissent aussi élevés en organisation dans le *Polytrichadelphus Magellanicus*.... » Ces assertions sont un peu vagues et surtout nous ne trouvons décrit aucun élément dont la structure conduise au tube cribreux ou à la trachée. L'opinion de M. Crié ne nous semble donc pas fondée sur des observations irréfutables. Nous croyons aussi que l'auteur invoque à tort l'embryologie à l'appui de sa thèse : « L'embryogénie nous apprend, dit-il, que les liens d'une affinité naturelle unissent les Muscinées aux Cryptogames vasculaires, c'est-à-dire aux Fougères. » Nous verrons que les liens embryologiques des Muscinées et des Fougères sont assez obscurs et qu'en tous cas, les travaux consacrés à cette question ne rapprochent aucunement la tige sexuée des premières du corps vasculaire des plantes supérieures.

Il nous suffit d'observer que, chez les plantes vasculaires, la différenciation de l'écorce et du cylindre central n'est jamais indépendante de celle d'un épiderme, pour nier l'homologie de la colonne axile des Mousses et du cylindre central. Il n'y a d'ailleurs

1. L. CRIÉ, *Les Origines de la vie. — Essai sur la flore primordiale.* (Revue internationale des sciences biologiques, 6^e année, 15 avril 1883.)

rien de fixe dans sa présence et l'on doit la considérer comme une formation analogue au cylindre central, déterminée par le genre de vie semblable d'une tige feuillée de Mousses et de plante vasculaire. L'analogie ne se borne pas à l'aspect extérieur; elle se poursuit dans le rôle physiologique, et M. Haberlandt¹ a particulièrement insisté sur cette équivalence fonctionnelle entre le faisceau central des Muscinées et des plantes vasculaires; il a même eu le mérite de l'établir expérimentalement.

M. Göbel² nous a fait connaître des cellules gommeuses, tantôt isolées (*Preissia*), tantôt sériées (*Fegatella*) dans le thalle de certaines Hépatiques, où l'on trouve aussi des fibres scléreuses agencées comme dans le sclérenchyme des plantes vasculaires.

En somme, nous trouvons certaines analogies entre la tige feuillée des Mousses et celle des plantes vasculaires au point de vue de la structure; mais elles se manifestent avec une grande irrégularité. Les caractères fondamentaux diffèrent et nous ne sommes pas en droit de conclure à une homologie.

Les rapports réciproques et le mode de naissance des prétendues tiges et feuilles des Mousses ne sauraient être invoqués à l'appui de leur homologie avec celles des plantes vasculaires. Sans parler de ce qui s'observe chez les Hépatiques les plus élevées, où les rameaux équivalent à une demi-feuille, ou bien même ont une origine endogène, les relations des membres éloignent sensiblement les Mousses des plantes vasculaires, puisque leurs rameaux s'insèrent sous les feuilles. Il est vrai que la structure même des segments de la tige et le mode de naissance de la feuille ne permettraient pas d'autres rapports, et la position des rameaux reste en somme déterminée par celle des feuilles. Mais cette détermination même est purement mécanique et n'implique pas nécessairement une homologie. Ne voyons-nous pas chez certains polypes hydriques (*Campanuluria dichotoma*, *C. geniculata*, *Obelia gelatinosa*, etc.), les bourgeons reproducteurs, qui sont

1. HABERLANDT, *Ueber die physiologische Funktion des Centralstranges in Laubmoosstämmchen*. (Berichte der deutsch. botan. Gesellschaft. 1883.)

2. K. GÖBEL, *Zur vergl. Anat. der Marchantiaceen*. (Arbeiten des botan. Instituts in Würzburg. Leipzig, 1880.) — Voy. aussi R. PRESCHER, *Die Schleimorgane der Marchantiaceen*. (Sitzungsber. der kais. Akad. der Wiss., 1882.)

des axes chargés de polypes sexués, naître constamment à l'aiselle d'un polype nourricier, qui représente l'élément appendiculaire dans ce corps ramifié ? Par contre, dans le *Dynamena pumila*, où les hydranthes sont opposées, les axes secondaires (gonothèques ou axes ordinaires) apparaissent dans les portions d'axes sous-jacentes aux polypes nourriciers, comme les branches de Mousses naissent sous les feuilles. Chez le *D. operculata*, les rameaux et les gonothèques naissent perpendiculairement au plan qui unit les polypes opposés ; il s'y produit en outre de fausses dichotomies semblables à celle d'une cime bipare. Il ne viendra à l'idée de personne de considérer ces cormus animaux comme pourvus d'aucune homologie avec un cormophyte, à part cette distinction même d'axes et d'appendices. Une telle coïncidence prouve simplement que la position relative des axes et des appendices est soumise à des lois générales, indépendantes des autres propriétés anatomiques, et que leurs rapports pourront concorder dans les formations les plus hétérologues.

Les caractères phyllotaxiques sont également soumis à des lois mécaniques plus générales que la différenciation anatomique et leur concordance n'implique pas l'homologie.

Si donc nous conservons la terminologie de tige et de feuille en ce qui concerne les Mousses, c'est à la condition de n'attacher à ces mots aucune signification anatomique. Nous indiquons par là une apparence extérieure, une analogie d'observation vulgaire. Au point de vue strict de l'anatomie, nous ne pouvons que maintenir l'opinion émise dans un travail ¹ où nous recherchions les règles de la différenciation anatomique, particulièrement dans la tige : à savoir, que la phase sexuée des Mousses ne présente aucune différenciation histologique ou anatomique équivalente à celle des plantes vasculaires, et qu'elle n'a ni tige ni feuille. La comparaison des tiges feuillées de Mousses et de plantes vasculaires dans l'étude des homologues n'amène donc qu'un résultat négatif.

1. De la Valeur des caractères anatomiques au point de vue de la classification des végétaux. — Tige des Composées, 1884.

II. — COMPARAISON DES ORGANES SPOROGENES DES MOUSSES ET DES CRYPTOAMES VASCULAIRES.

L'analogie de fonctions invoquée comme motif du rapprochement de la tige des Mousses et de celle des plantes vasculaires a fait mettre aussi en parallèle l'organe sporogène des Muscinées et des Cryptogames supérieures. C'est évidemment à ce point de vue que s'est placé M. Prantl¹ en assimilant les corps que l'on désigne généralement sous le nom de générations asexuées. Il pose en effet une première équation entre l'organe producteur de spores des Muscinées et celui des Hyménophyllées et conclut à l'homologie du sporogone de celles-là et du spore de celles-ci : L'opinion de Leitgeb² ne s'éloigne pas sensiblement de la précédente, quand cet anatomiste rapproche du sporogone des Hépatiques le « Kotyledon » des Fougères, en supposant que celui-ci aurait pu être primitivement le siège de la formation des spores, dans une période antérieure à la différenciation du corps végétatif en tiges et feuilles.

L'homologie du sporange dans les Muscinées et les Cryptogames vasculaires paraîtra très douteuse, si l'on considère la première apparition du tissu sporogène. Comme l'a démontré Göbel³, l'archesporium des Cryptogames vasculaires est toujours une cellule « hypodermale », tandis que, chez les Bryinées et les Sphagnées, il consiste en une couche de cellules et c'est également le cas des Hépatiques, bien que d'une autre façon, et à quelques exceptions près. Je ne parle pas, bien entendu, des rapports du sporange avec la feuille mère, rapports qui le font considérer comme un poil, puisque nous ne trouvons, chez les Mousses, rien de comparable à cette feuille mère. Toutefois, cet archesporium profond et composé d'une assise de cellules chez les Mousses, contrairement à l'archesporium plus superficiel et unicellulaire des Cryptogames vasculaires, est difficilement con-

1. PRANTL, *Naturforscher-Versammlung in Graz*, 1875.

2. H. LEITGEB, *Untersuchungen über die Lebermoose*, 6^e Heft. Graz, 1881.

3. K. GÖBEL, *Beiträge zur vergl. Entwicklungsgesch. der Sporangien*. (Botan. Ztg., 1880.)

ciliable avec l'opinion qui assimile le sporogone à une feuille. Cette opinion doit être considérée comme une hypothèse dénuée jusqu'ici de fondement matériel.

III. — COMPARAISON DES ORGANES SEXUELS DES MOUSSES ET DES CRYPTOGRAMES VASCULAIRES.

Par leurs anthérozoïdes, les Mousses ont une frappante ressemblance avec les Characées et sont encore voisines des Cryptogames vasculaires. Chez toutes ces plantes, ils naissent par rénovation partielle de la cellule mère et prennent la forme d'un filament spiralé, renflé à une extrémité et atténué à l'autre bout qui porte des cils. Les cils restent limités au nombre de deux chez les Characées et les Muscinées, comme dans les anthérozoïdes et les zoospores d'un grand nombre de Thallophytes. Les anthérozoïdes à cils nombreux des Cryptogames vasculaires se rapprochent plus à certains égards de ceux des Algues (*Edogonium*) que de ceux des Muscinées, bien que leur rapport avec la cellule-mère soit différent. Les antérozoïdes des Mousses ont une incontestable parenté avec ceux des Cryptogames vasculaires ; mais la valeur taxinomique de ce caractère n'est pas bien déterminée. Les plus grandes variations s'observent à cet égard entre les Thallophytes voisins, et la forme de ces organes est singulièrement soumise à l'adaptation. Elle ne saurait en tous cas nous apprendre si les Mousses sont plus intimement unies aux Cryptogames vasculaires qu'aux Phanérogames. Le genre de vie de ces dernières exclut un mode de transport des éléments mâles lié à la floraison des Mousses à l'humidité, aussi bien qu'à leur dérivation de formes aquatiques.

L'anthéridie naît d'une cellule superficielle saillante comme un poil et isolée par une cloison transverse, chez les Mousses et chez les Cryptogames vasculaires ; mais la marche des cloisonnements diffère dans les deux groupes. Après la séparation du pédicelle par une nouvelle cloison transversale, l'anthéridie des Mousses se constitue par le jeu d'une cellule terminale cunéiforme, qui découpe d'abord des segments par des cloisons obliques ; des

cloisons périclinales apparaissent tardivement. Chez les Fougères au contraire, la première cloison bombée sépare la paroi de l'anthéridie de la cellule ventrale destinée à donner les cellules mères des anthérozoïdes.

Les archégones, ou organes femelles, ont été considérées comme établissant une étroite liaison entre les Muscinées et les Cryptogames vasculaires. M. de Bary, attachant même à cet organe une valeur capitale, a réuni ces deux groupes sous le nom d'Archégoniates.

Telle n'est pas l'opinion de M. Hy, qui a été conduit par l'étude du développement à nier toute concordance anatomique entre les archégones des Muscinées et des Cryptogames vasculaires, dont l'analogie de formes est, au reste, assez superficielle. Se basant sur les travaux antérieurs, étendus par ses recherches personnelles, cet observateur fait remarquer : 1° que l'archégone des Muscinées naît toujours d'une seule cellule superficielle, tandis que l'organe correspondant des Cryptogames supérieures se compose de portions hétérogènes; 2° que l'orientation des cloisonnements cellulaires diffère dans les deux groupes; 3° qu'enfin la rangée de canal des premières n'est point représentée chez les secondes¹. Ces faits nous semblent concluants pour montrer que l'archégone traduit l'homogénéité du groupe des Muscinées comprenant les Mousses et les Hépatiques, mais qu'elle nous renseigne mal sur ses affinités.

Nous ne suivrons pas M. Hy dans la longue discussion qu'il consacre à prouver la nature axile de l'archégone; cette question est secondaire à notre point de vue, puisque, dans le corps sexué des Mousses, les termes feuille, tige, poil ne correspondent pas aux parties homonymes des plantes vasculaires. Nous ne saurions distinguer un poil d'une feuille en l'absence d'épiderme, ni une tige d'un verticille terminal de feuilles concrescentes en l'absence de faisceaux.

1. Hy, *Recherches sur l'archégone et le développement du fruit des Muscinées* (*Annales des sciences nat. ; Bot.*; 6^e série, t. XVIII, 1881), pages 114 et suiv.

IV. — EMBRYOLOGIE COMPARÉE DES MUSCINÉES ET DES PLANTES VASCULAIRES.

Les travaux de cette catégorie, basés nettement sur le principe de l'homologie, nous intéressent plus que les précédents. M. Kienitz-Gerloff, qui s'est illustré dans cette étude, a compris que l'œuf fécondé constitue un point de repère précieux dans la comparaison des espèces très divergentes et que les corps développés à ses dépens dans divers types végétaux sont rigoureusement homologues. Au début d'un de ses plus importants mémoires sur cette question, il indique clairement le principe sur lequel repose sa méthode : « *Seit zuerst von Ernst Hückel der Satz ausgesprochen wurde, dass die Ontogenese die kurze Wiederholung der Phylogenese sei, hat das Studium der Embryologie ein neues und erhöhtes Interesse gewonnen* ¹. » Il n'y a, à la base de ces recherches, qu'une seule hypothèse et des plus logiques : c'est que l'orientation des cloisons destinées à transformer l'œuf en embryon possède une valeur taxinomique capitale et que, de la seule concordance de cette orientation, on peut conclure à une affinité. Cependant les faits ne l'ont pas entièrement justifiée; et si les notions embryologiques, jointes aux autres observations publiées par Kienitz-Gerloff, ont fait faire un grand pas à la question des affinités des Muscinées, nous ne pouvons nous empêcher de remarquer à ce propos la profondeur de cette parole de Claude Bernard : « Quelque légitimes que puissent paraître, au premier abord, les vues de l'induction, on trouve toujours de l'imprévu dans les résultats de l'expérience. »

Les principes fondamentaux des recherches embryologiques de Kienitz-Gerloff ont suscité une polémique que nous ne pouvons résumer ici. Ils ont été contestés principalement par Sachs ² et Göbel ³, son élève.

1. F. KIENITZ-GERLOFF, *Ueber den genetischen Zusammenhang der Moose mit den Gefässkryptogamen und Phanerogamen*. (Botan. Zty., 1876, page 705.)

2. J. SACHS, *Ueber die Anordnung der Zellen in jüngsten Pflanzentheilen*. (Sep.-Abdr. aus den Verhandl. der phys.-med. Gesellschaft, XI. Bd. Würzburg, 1877.)

3. K. GÖBEL, *Zur Embryologie der Archegoniaten*. (Arbeiten des botan. Instituts in Würzburg, 1880.)

Les travaux récents sur l'embryologie des Phanérogames, où les points de comparaison sont bien plus certains, ont montré une grande diversité dans l'orientation des cloisons primitives de l'œuf, la première exceptée, et cela chez des plantes évidemment voisines, de telle sorte que les types extrêmes se rencontrent dans une même famille. Malgré ces divergences imprévues dans les premiers débuts, ces cloisonnements aboutissent à la constitution de corps absolument concordants par toutes les propriétés anatomiques essentielles.

Nous rappellerons donc seulement pour mémoire les relations que l'auteur a basées sur ce principe : ce serait d'une part une concordance frappante entre les embryons des Jungermanniées et des Monocotylédones, par l'intermédiaire des Sélaginelles : « *die auffallende Uebereinstimmung, die ich zwischen den Embryonen der Jungermanniëen und namentlich monocotylicher Phanerogamen...* ¹ », concordance qui se poursuivrait entre les parties de ces embryons, la soie et le pied correspondant au suspenseur, la capsule à l'embryon lui-même : « *Es entspricht dann die Seta und der Fuss der Jungermanniëen-Frucht dem Embryoträger, die Kapsel dem eigentlichen Keim* ². » L'auteur rapproche d'autre part les Mousses des Cryptogames vasculaires; mais il n'a pu soutenir ce parallèle qu'en ayant recours à une hypothèse un peu hardie. Comme les cloisonnements observés n'offrent qu'une ressemblance incomplète et que, après une première bipartition, l'hémisphère qui, suivant l'auteur, correspond dans les deux groupes subirait, chez les Cryptogames vasculaires une nouvelle division indiquant les initiales de la première tige et de la première feuille, tandis que, chez les Mousses, il devient directement la cellule terminale du sporogone : il admet la suppression d'une cloison et d'un segment, qui serait, nous ne savons trop pourquoi, l'initiale de la tige. L'auteur se trouve donc ramené aux vues émises par Prantl et il croit y revenir par une voie différente, en s'appuyant exclusivement sur l'embryologie. Pour nous, cette communauté d'idées est due dans les deux cas à une hypothèse gratuite. Kienitz-Gerloff paraît influencé, inconsciemment peut-

1. *Loc. cit.*, page 705.

2. *Ibid.*, page 714.

être, par la tendance à considérer *à priori* comme homologues les membres où une fonction commune se localise. Il n'émet d'ailleurs cette hypothèse qu'avec une certaine réserve. En somme, l'homologie du sporogone et d'une feuille n'est pas plus démontrée par l'embryologie que par la morphologie.

Dans ces comparaisons, l'auteur tient peu de compte de l'inclinaison des cloisons de l'embryon par rapport à la plante mère et il attache une importance capitale à la présence d'une cellule terminale. (Nous reviendrons sur ce point dans la seconde partie de ce travail.) Au reste, il a soin de nous prévenir qu'il n'a pas la prétention de construire un arbre généalogique, mais simplement d'indiquer les rapprochements suggérés par l'embryologie.

L'insuffisance des données embryologiques et l'homologie de corps résultant des modes les plus divers de cloisonnements primitifs chez les Phanérogames nous autorisent à demander à l'anatomie comparée l'éclaircissement des points restés obscurs dans les homologues des Mousses. Les résultats de l'anatomie comparée, loin d'être en contradiction avec ceux de l'embryologie, les complètent utilement; ils s'éclairent réciproquement et l'une de ces sciences fournira à l'autre de précieux matériaux dans les cas où, abandonnée à elle-même, elle en serait réduite à des hypothèses comme celle des segments supprimés.

Dans l'étude qui va suivre nous examinerons l'organisation des Mousses, en nous adressant de préférence aux caractères le moins directement adaptés au rôle et aux conditions biologiques spécifiques à ces plantes.

DEUXIÈME PARTIE.

I. — HOMOLOGIES DES MOUSSES ET DES PLANTES VASCULAIRES.

A. — Valeur du sporogone.

Conformément aux données de l'embryologie, nous cherchons les homologues des Mousses avec les Plantes vasculaires dans le sporogone. Parmi les Plantes vasculaires elles-mêmes, le corps qui se forme aux dépens de l'œuf fécondé, diffère essen-

tiellement chez les Cryptogames et chez les Phanérogames. Les premiers cloisonnements opérés dans l'œuf des Cryptogames vasculaires produisent immédiatement les initiales des membres définitifs : le pied, la première feuille, la tige et la racine naissent simultanément et directement de l'œuf. Chez les Phanérogames au contraire, il se forme d'abord un corps provisoire qui, en se développant, donnera la tigelle et les cotylédons. Sur ce corps seulement apparaîtront les membres définitifs. Si l'on appelle *embryons* les formes jeunes, quelles qu'elles soient, l'embryon des Cryptogames vasculaires ne correspondra pas à celui des Phanérogames. Si l'on réserve ce nom au corps initial des Phanérogames, on ne lui trouve point d'équivalent parmi les Cryptogames vasculaires. Cette dernière acception nous semble plus avantageuse, puisque seule elle correspond à une donnée positive. Nous ne voyons pas d'ailleurs la nécessité de compliquer la glossologie du mot *pseudembryon*, proposé depuis longtemps par M. Clos pour les premières phases du corps vasculaire des Cryptogames et rappelé dernièrement¹ par ce botaniste. Sans nous étendre ici sur la question de la tige primitive ou embryonnaire des Phanérogames, que nous avons développée ailleurs, rappelons seulement que les Cryptogames vasculaires n'ont ni tigelle ni cotylédon homologues de ceux des Phanérogames. Nous trouvons donc, entre l'œuf de ces dernières et le corps vasculaire comprenant feuilles, tiges et racines, une phase particulière qu'on appellera, si l'on veut, phase embryonnaire ou tigellaire, et qui est sautée dans l'ontogénie des Cryptogames vasculaires.

Les Muscinées nous présentent un premier cloisonnement concordant avec celui des Phanérogames et suivi, comme chez ces plantes, de la formation d'un *corps nuissif*, au lieu de la distinction primordiale de membres, qui s'observe chez les Cryptogames vasculaires. Un tel corps est l'homologue de l'embryon des Phanérogames.

Ce dernier mérite bientôt le nom de tigelle; de même celui des Mousses acquiert rapidement une organisation particulière, à laquelle répond le terme *sporogone*. Cette désignation nous sem-

1. *Bulletin Soc. bot. de France*, 1885, t. XXXII, page 151.

ble préférable à toute autre : suffisamment consacrée par l'usage, elle est à l'abri de toute récrimination, puisqu'elle ne repose pas sur une assimilation contestable.

On a particulièrement critiqué le mot *fruit*, qui, au fond, ne manque pas de clarté quand il sert à désigner l'organe par sa fonction, en dehors de toute préoccupation anatomique. Dans le langage descriptif ce terme est généralement employé et d'importantes recherches d'organographie l'ont consacré. M. Hy n'a pas, à notre sens, rendu plus claire la notion du fruit en le distinguant soigneusement du sporogone et en réunissant sous ce nom l'embryon et ses annexes provenant de l'organe femelle. Il s'écarte en effet de l'acception purement physiologique qui exprime l'analogie de l'organe renfermant les spores et de l'organe renfermant les graines ; et le mot fruit ainsi défini invoque des homologies inadmissibles entre les tissus dérivés de l'archégone et les feuilles carpellaires. En se plaçant sur ce terrain, M. Hy justifierait la critique de M. Clos ¹, qui propose de remplacer fruit par *sporocarpe* ou *pseudocarpe*, s'il n'avait pris le soin de préciser le sens dans lequel il entend ce mot ².

D'autre part, M. Hy s'élève contre l'opinion qui fait du sporogone « un individu distinct formant une génération alternante avec la plante mère ». Nous lui accorderons volontiers que l'individualité n'y est pas réalisée de tous points au sens général et *physiologique* du mot ; cela ne détruit nullement l'homologie entre le sporogone des Muscinées et l'individu asexué des Cryptogames vasculaires, lequel est au reste en continuité avec le prothalle. Le mot individu possède au cas particulier une valeur analogue à celle du mot fruit ; ces deux termes sont exclusifs, puisque le premier n'indique que des relations morphologiques, le second des relations physiologiques, et leur justesse est directement subordonnée au point de vue auquel on les envisage. Les arguments de M. Hy ne nous semblent pas de nature à renverser la notion de l'individualité ainsi entendue. Il nous fait remarquer d'abord que les Cryptogames vasculaires ont deux sommets végétatifs indépendants du point de fixation, tandis que toute la crois-

1. *Loc. cit.*, page 152.

2. *Loc. cit.*, page 130.

sance se concentre chez les Muscinées en un seul point, opposé à celui qui doit rattacher indissolublement le sporogone à la plante mère. Cet argument tombe en tous cas dans la comparaison des Muscinées et des Phanérogames. De plus, l'embryon des Phanérogames contracte avec la plante mère des relations plus intimes encore que le sporogone, quand, chez certaines Orchidées, il se greffe sur le funicule ou le placenta¹. Au contraire la tendance à l'isolement est manifeste chez les Muscinées où les cellules du pied bourgeonnent isolément, comme M. Hy l'a fort bien décrit et figuré². Elle diminue chez les types supérieurs, qui divergent évidemment davantage de l'organisation primordiale et l'adhérence du sporogone « devient chaque jour plus intime, d'autant plus que l'espèce est elle-même plus élevée, si intime que le rameau fructifère tend parfois à se séparer de la tige principale plutôt que du sporogone qu'il doit nourrir³. » Nous ne voyons encore là rien de bien spécial aux Muscinées ; le fruit ou la graine des Phanérogames ne sépare-t-il pas avec l'embryon une portion plus ou moins étendue de la plante mère ?

On le voit : l'analogie et les rapports fonctionnels des individus sont en cause dans l'argumentation de M. Hy, beaucoup plus que la question des homologues. Celle-ci paraît plus directement visée par un dernier argument dans lequel ce botaniste distingué insiste sur le changement dans la direction d'accroissement, qui caractérise tout nouvel individu. Ce changement de direction ne s'observe pas seulement chez les Cryptogames vasculaires, où « l'axe embryonnaire se développe dans un plan différent de celui du prothalle » ; chez les Phanérogames aussi, « la radicule pointe constamment vers le micropyle qui représente le sommet théorique de l'ovule. » Nous ne comprenons pas bien comment l'auteur peut comparer la direction du sporogone où « il n'existe proprement ni racine ni tige » à celle de l'embryon des Phanérogames, qu'il définit par la situation de la radicule. Si l'on voulait faire des rapprochements de cette sorte, on pourrait aussi bien mettre

1. VAN TIEGHEM, *Botanique*, page 872, d'après TREUB, *Embryologie de quelques Orchidées*, Amsterdam, 1878.

2. *Loc. cit.*, fig. 30 et fig. 54.

3. *Loc. cit.*, page 186.

en parallèle l'extrémité de l'embryon qui se renfle en cotylédons avant l'apparition de tige et de racine et le pied du sporogone. Tous deux se différencient plus ou moins en vue des rapports des organismes mère et fille. A l'extrémité libre se forment dans les deux cas les premiers organes destinés aux relations avec le milieu extérieur : la racine qui y fixera la jeune plante, les spores qui dissémineront les nouveaux individus. Je n'ai garde de soutenir ces rapprochements ; je les donne seulement comme aussi vraisemblables que l'opposition admise par M. Hy. En tous cas cette dernière concerne seulement des différences physiologiques entre la tigelle et le sporogone : leur homologie reste intacte.

Certains auteurs et particulièrement M. Kienitz-Gerloff, comme nous l'avons mentionné plus haut, pensent que l'on a attribué une importance exagérée à la direction de la première cloison par rapport à l'axe de l'archégone. On ne peut pourtant s'empêcher, faute d'autres caractères positifs, d'accorder quelque valeur à sa constance, surtout si l'on envisage la suite du développement ; et Kienitz-Gerloff lui-même est frappé de voir le développement des cellules soumis à une remarquable fixité chez les Cryptogames vasculaires, malgré les conditions d'existence les plus variées, tandis qu'il offre une extrême diversité, parmi les Muscinées d'une part, parmi les Phanérogames de l'autre ¹.

Peut-être regardera-t-on la constance d'une cellule terminale cunéiforme dans le sporogone des Mousses comme un caractère les reliant aux Cryptogames vasculaires et les éloignant des Phanérogames. La valeur de ce caractère s'amoindrira si l'on considère sa variabilité chez les Hépatiques, dont l'étroite alliance avec les Mousses ne saurait être mise en question. La présence d'une telle cellule peut dépendre simplement des conditions d'accroissement du membre considéré. Au reste, chez les Mousses elles-mêmes, la croissance terminale n'a pas une importance comparable à la croissance intercalaire. Les cellules dérivées de la cellule terminale se cloisonnent toutes abondamment et forment un méristème non localisé au sommet, mais étendu à tout le sporogone jeune. Dans ce méristème général, chaque partie prendra nais-

1. KIENITZ-GERLOFF, *Analyse d'un mémoire de Göbel*. (Botan. Ztg., 1880. page 508.)

sance au point qu'elle doit occuper définitivement ; aussi, dès le début de la différenciation, les caractères morphologiques vont-ils être plus ou moins masqués dans les régions destinées à jouer un rôle considérable. Néanmoins la distinction de deux groupes de tissus, l'un axile, l'autre périphérique, est évidente presque jusqu'au sommet, parce qu'elle est en harmonie avec les fonctions de la capsule. Envisageant ces deux masses dans la zone qui produit les spores, Kienitz-Gerloff les a appelées *amphithecium* et *endothecium*. Ces dénominations excellentes quand elles se rapportent à l'urne, ne sont guère applicables au col et à la soie ; aussi emploierons-nous de préférence les termes *écorce* et *cylindre central*, lorsque nous considérerons le sporogone dans son ensemble.

L'épiderme n'est pas moins distinct que chez les Phanérogames sur le col et sur la soie suffisamment jeune. Dans la capsule, bien que la couche extérieure revête certains caractères propres, mais plutôt physiologiques, comme l'épaississement précoce des membranes, elle ne se distinguera pas toujours du reste de l'*amphithecium*. La rangée externe subit des cloisonnements variés, parfois simultanés à ceux des couches sous-jacentes ; les assises qui en résultent, bien que génétiquement reliées à la rangée externe, n'ont pas les caractères des épidermes stratifiés, précisément parce que l'épiderme n'était pas différencié avant l'introduction de modifications fonctionnelles et que les caractères physiologiques trop importants masquent dès l'origine les caractères morphologiques.

Cette différence de structure fondamentale entre les portions stérile et fertile est assez tranchée pour que M. Pringsheim¹ se soit demandé si le sporogone ne comprend pas deux sortes de membres : l'un évidemment axile, et l'autre qu'il appelle le sporange, de valeur indéterminée : « *Das Sporogonium in einen deutlichen Axentheil und ein Sporangium dessen morphologischer Werth noch zu bestimmen bleibt, differenzirt ist.* » Kienitz-Gerloff oppose à cette manière de voir la communauté d'origine, l'identité des premiers développements des deux portions du

sporogone et la présence de cellules dont les segments contribuent à la fois à l'édification de la soie et du sporange. En somme, on peut dire que la capsule (sporange de Pringsheim) ne diffère pas plus de la soie au point de vue morphologique, qu'une étamine ne s'éloigne d'une feuille.

La netteté moindre de l'épiderme sur la capsule et principalement dans la région du péristome est liée aux modifications essentiellement physiologiques de ces zones ; ce qui le montre bien, c'est que l'épiderme reste typique, dans toute l'étendue de la capsule, chez les espèces moins complexes, telles que les *Phascum* et les *Sphagnum*. Aussi est-il surprenant que Kienitz-Gerloff, après avoir invoqué l'assimilation de la paroi capsulaire des Jungermannes à un dermatogène : « *Die Abscheidung der Kapselwand entspricht genau der des Dermatogens*¹ » pour rapprocher ces Hépatiques des Phanérogames, ait négligé ce caractère dans l'appréciation des affinités des Mousses. L'épiderme de ces dernières est certainement plus identique par son mode de différenciation à celui des Phanérogames que celui des Jungermannes ; et s'il n'est pas distinct jusqu'au point végétatif, on peut en dire autant de bien des plantes supérieures.

Les notions générales de l'anatomie nous font donc supposer une parenté plus grande du sporogone avec la tigelle des Phanérogames qu'avec aucune portion du corps vasculaire des Cryptogames supérieures. La structure intime du sporogone confirme pleinement cette assimilation, et l'homologie se poursuit dans la distinction des zones primaires, aussi bien que dans la répartition des tissus générateurs destinés à la formation des spores, d'une part, à l'accroissement ultérieur de l'embryon devenu tigelle ou de la tige née à ses dépens, d'autre part.

B. — Structure du sporogone.

SPOROgone DANS SON ENSEMBLE. — L'anatomie nous montre dans la structure du sporogone la reproduction exacte d'une tige de Phanérogame dont on retrancherait les faisceaux cribro-

1. *Loc. cit.*, 1876, page 721.

vasculaires, pourvu que l'on réduise à leur juste valeur les particularités purement physiologiques liées à la production et à la dissémination des spores. Comme ces derniers points ont surtout frappé les botanistes, il n'est pas surprenant que les homologues du sporogone aient souvent passé inaperçues. Nous n'examinerons qu'en dernier lieu les régions qui ont été l'objet favori des descriptions antérieures, telles que le péristome, l'anneau ou l'opercule, et, au lieu de prendre pour point de départ la soie, que son rôle de support rigide arrête de bonne heure dans son développement diamétral, ou l'urne, dont les propriétés anatomiques sont masquées par la différenciation de ses tissus en spores ou en organes annexes et protecteurs des spores, nous ramènerons la structure de ces dernières régions à celle du col, où aucune spécialisation fonctionnelle n'a effacé, au moins primitivement, les propriétés fondamentales.

Le col n'est pas, dans toutes les Mousses, également bien développé et son organisation se modifie tôt ou tard au contact de la portion fertile. Sa réduction est frappante dans les Mousses à longue urne et à péristome compliqué, où il ne comprend qu'un étroit anneau muni d'une couronne simple de stomates (divers *Barbula*, *Grimmia*, *Dicranum*, *Hypnum*, *Fissidens*, etc.). Ce n'est pas dans les Mousses les plus élevées que le col est le plus net : les Acrocarpes inférieures telles que les Phascacées seront étudiées avec avantage et parmi les Acrocarpes, celles dont le col acquiert un énorme développement, comme les *Splachnum* avec leur apophyse¹, sont particulièrement instructives, parce que la puissance de cette région défie l'influence modificatrice des tissus adjacents. On examinera des exemplaires de moyen développement, car dans l'ampoule adulte la dilatation même, que l'on peut considérer

1. Le mot *apophyse* est ici détourné de son sens habituel et étymologique ; hypophyse serait plus exact ; mais le premier terme est consacré par un long usage. D'ailleurs on ne l'emploie pas en botanique comme en zoologie. M. Caruel a pourtant, dans un ouvrage récent (*Le Corps des plantes*), tenté de l'introduire dans cette science avec l'acception d'appendice. Si cette dernière signification, qui est plus logique, tendait à prévaloir, on ne pourrait garder le même mot pour le col renflé des Mousses. La priorité ne constitue, dans la nomenclature anatomique, qu'un droit fort relatif, qui doit souvent céder le pas aux droits plus légitimes de la clarté et de la logique.

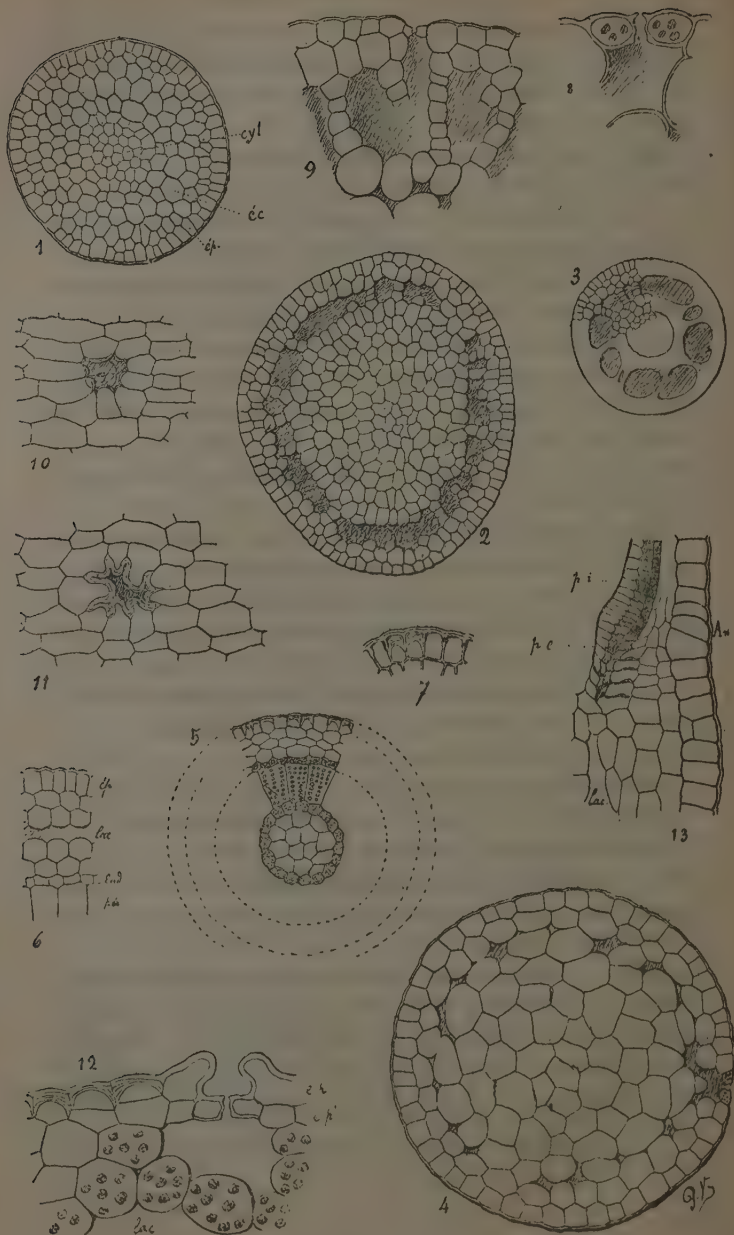
comme une transformation fonctionnelle, a masqué les limites de l'écorce et du cylindre central primitivement distinctes (Pl. I; fig. 2, 4), comme cela s'observe aussi bien chez les Phanérogames: j'en ai décrit des exemples dans les nœuds de la tige des Caryophyllées¹. Même à ce moment, on distingue, d'ailleurs, encore les régions anatomiques à la base et au sommet.

L'étude comparée du col, de l'urne et de la soie démontre une parfaite concordance anatomique dans ces trois parties du sporogone, l'urne ne différant du col que par une complication plus grande, et la soie par une réduction du même type fondamental. Nous ne ferons donc pas de ces parties une description distincte; mais nous énoncerons les caractères communs et tigellaires de l'ensemble du sporogone, en notant seulement les points où chaque zone est plus facile à étudier. Le sporogone comprend trois régions anatomiques primordiales: l'épiderme, l'écorce et le cylindre central.

Avant d'aborder l'étude de ces trois régions, nous signalerons les propriétés spéciales de certaines membranes. Dans les diverses régions du sporogone (épiderme, péristome, etc.), la cellulose se transforme de bonne heure en un composé, d'abord incolore, mais déjà distinct par l'action des réactifs, et qui revêt ensuite des teintes variant du jaune-paille au brun et au rouge-sang. La même substance envahit les espaces intercellulaires par un procédé que nous décrirons plus loin.

Cette substance n'est ni de la lignine ni de la subérine; elle est en effet réfractaire à l'action de la phloroglucine ou du chlorhydrate d'aniline employés concurremment avec l'acide chlorhydrique. Sa puissante affinité pour les couleurs d'aniline la distingue de la cellulose des autres membranes; mais cette capacité de coloration diminue à mesure que cette substance s'altère en brunissant; dans ce dernier cas elle conserve sa couleur naturelle à peine modifiée sous l'action d'une solution de bleu d'aniline assez intense pour colorer la cellulose ordinaire. Elle diffère de la cutine, dont la rapprochait cette affinité, par sa réaction avec le chlorure de zinc iodé. Elle prend en effet une teinte purpu-

1. Sur le Péricycle des Caryophyllées. (*Bulletin de la Soc. bot. de France*, 1885, t. XXXII, page 278.)



rinc lors même qu'elle était déjà devenue jaune et cette teinte est parfois nettement violacée. Il s'agit donc d'une simple variété de cellulose et non d'une substance comparable à la lignine ou à la cutine. Elle constitue les couches stratifiées si répandues dans les cellules épidermiques et en dehors desquelles il n'existe qu'une très mince cuticule. Peut-être doit-on attribuer à cette particularité la rareté des Mousses fossiles.

Cette variété se distingue principalement de la cellulose ordinaire par son affinité pour les couleurs d'aniline ; et c'est probablement à une propriété de même ordre qu'elle doit de fixer exclusivement la matière colorante brune, jaune ou rouge, élaborée dans les tissus des Mousses. Ce principe colorant est assez mal connu ; ses teintes diverses sont dues sans doute à des modifications d'une même substance ; elles se montrent avec une grande fixité dans les portions correspondantes des représentants d'une même espèce ; cependant elles varient, non seulement d'une espèce à l'autre, mais dans les diverses régions (soie, urne, péristome) d'un seul sporogone.

Une autre matière colorante d'un beau rose s'observe dans les membranes épidermiques de la face supérieure de l'apophyse chez le *Splachnum ampullaceum* ; elle existe aussi, en moindre abondance, au point de jonction de la soie et du col de la même Mousse. Elle est, comme les précédentes, insoluble dans l'alcool et dans l'eau.

ÉPIDERME. — *Caractères généraux.* — Tout le sporogone est recouvert d'un épiderme. Mais de même que, chez les plantes vasculaires, l'épiderme perd ses caractères à une certaine distance du sommet végétatif : ainsi chez les Mousses les plus compliquées, il est moins distinct dans des régions déterminées comme l'urne et particulièrement l'opercule.

Extérieurement, ses contours sont unis et ne se prolongent pas en poils, si ce n'est dans le pied de quelques Mousses inférieures, où les cellules superficielles constituent des poils absorbants. Ce cas est d'ailleurs plus fréquent chez les Hépatiques, tandis que, chez la plupart des Mousses, les cellules incluses dans la vaginule deviennent seulement bien plus volumineuses que les autres éléments épidermiques ; elles prennent des con-

tours arrondis et font saillie extérieurement (Pl. II ; fig. 26) aussi bien qu'en dedans. Il en résulte que le diamètre du pied est supérieur à celui de la soie proprement dite, bien que les cellules y soient moins nombreuses. L'épiderme y reste distinct jusqu'à la pointe, tandis que les assises profondes ne se différencient que plus haut en écorce et cylindre central.

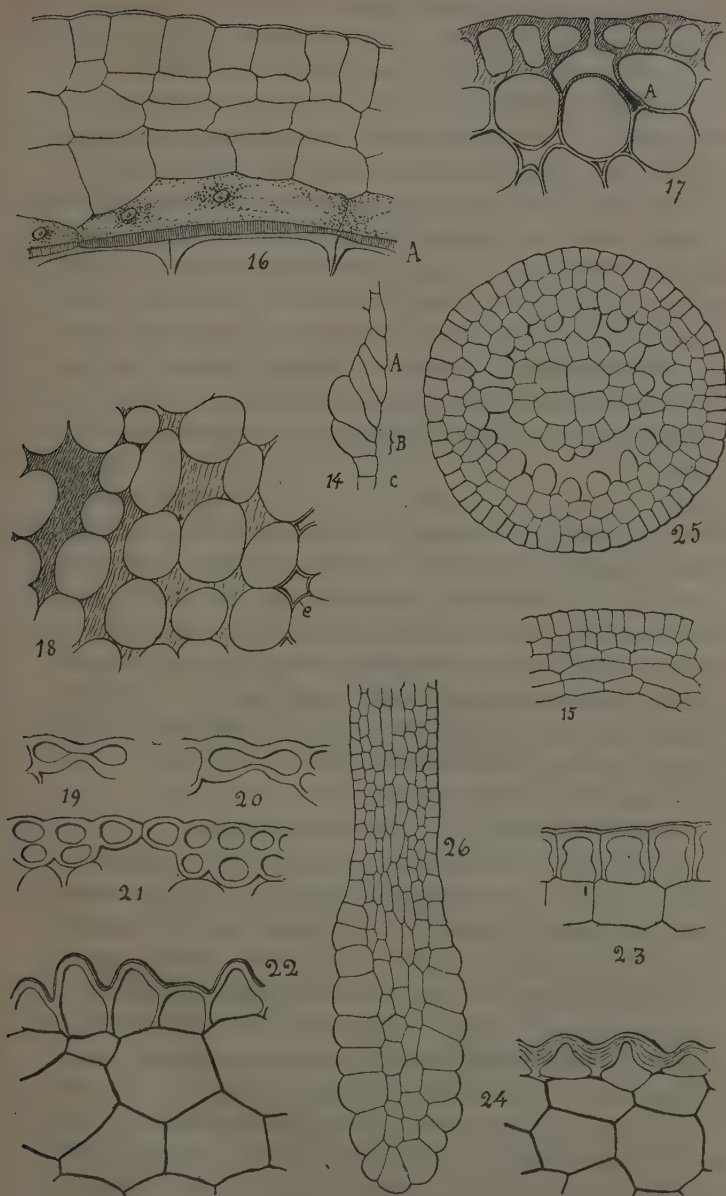
Les cellules de l'urne sont parfois bombées en dehors et leur convexité est assez accusée pour simuler des papilles. Cette production atteint son maximum dans le *Pogonatum aloides* (Pl. II ; fig. 22), tandis que des espèces voisines, comme le *Pogonatum nanum* (Pl. II ; fig. 23), n'en présentent pas trace. Ce contraste est appréciable à l'œil nu, et, abstraction faite de la coloration différente, la capsule veloutée du *P. aloides* s'éloigne beaucoup de la capsule lisse et luisante du *P. nanum*. Cette structure est bien connue des taxinomistes : « La surface de la capsule, dit M. Delogne¹, est très rarement papilleuse (*Pogonatum aloides*, *P. urnigerum*) ; » et d'autre part, suivant M. l'abbé Boulay², « plusieurs espèces de Polytrichées, spécialement les *Polytrichum piliferum*, le *Pogonatum aloides*, présentent, sur cette paroi capsulaire, de belles cellules ponctuées. » L'urne du *Polytrichum commune* nous offre quelque chose d'analogue, mais avec une modification notable (Pl. II ; fig. 24).

Ces papilles rappellent assez les éléments décrits par M. Heinricher³ sur l'épiderme de la face supérieure des feuilles de plusieurs Campanules et qui se rencontrent chez d'autres Phanérogames. Ainsi je trouve dans mon cahier de notes la description suivante concernant le *Gentiana Pneumonanthe* : « Épiderme supérieur : cellules à contours légèrement sinueux, bombées, avec stries ondulées convergeant vers le sommet (le croquis joint à cette description montre que l'excroissance est conique et à peu près limitée au centre de la cellule comme chez les Polytrichées). Cuticule et portion cellulosique de la membrane externe épaissies au sommet. Ces éminences sont plus accentuées sur les bords

1. DELOGNE, *Flore cryptogamique de la Belgique*, 1^{re} partie : *Muscinées*. Bruxelles, 1883 ; p. 15.

2. BOULAY, *Muscinées de la France*. Paris, 1884 ; t. I, pages LXIV-LXV.

3. *Berichte der deutschen botan. Gesellschaft*, 1885, tome III.



de la feuille où elles constituent de véritables poils. » Est-ce à dire, comme M. Heinricher l'admet pour les *Campanules*, que cette production représente un poil réduit ? Cette conception n'a pas, au fond, une bien grande portée ; la limite entre une cellule épidermique et un poil unicellulaire est toute conventionnelle, et à moins que l'on n'ait dans la comparaison des types voisins de solides jalons, ce que l'on peut admettre pour les *Campanulacées*, il n'y a pas de raison pour considérer la cellule papilleuse comme un poil réduit plutôt que comme une cellule ordinaire révélant une sorte de capacité latente de se transformer en poil. Cette tendance semble directement influencée par les relations réciproques des éléments : ainsi, chez la *Gentiane*, en allant des faces aux bords des feuilles, nous voyons ces émergences nous conduire insensiblement et par leur simple exagération aux véritables poils.

De même dans les sporogones de quelques *Orthotrics*, les cellules avoisinant les stomates dits cryptopores se développent exagérément autour du puits qui précède ces organes et qui constitue pour elles une surface libre comparable au bord de la feuille de la *Gentiane*. Leurs extrémités renflées donnent à l'orifice un aspect frangé. Ces cellules rappellent d'autant mieux les poils, qu'elles s'isolent par une cloison tangentielle de la cellule épidermique dont elles procèdent (Pl. I ; fig. 12) ; seulement le soulèvement piliforme, au lieu d'affecter des cellules isolées, se fait en masse autour du puits stomatique.

Les plantes vasculaires nous offrent des exemples incontestables d'épidermes multiples en apparence résultant d'une concrescence de poils développés aux dépens de cellules contiguës. Ainsi l'ascidie de l'*Utriculaire* possède une sorte de vestibule ou d'entonnoir limité du côté de la grande courbure par la trappe, du côté correspondant au pédicelle par la paroi épaissie. Tout l'entonnoir et cette paroi en particulier sont garnis de poils glanduleux formés d'une cellule sécrétrice unique (contrairement à ceux de la paroi externe dont la glande est bicellulaire) et d'une portion basilaire. La portion basilaire diminue de longueur du bord au fond de l'entonnoir et ne comprend qu'une cellule, sauf au voisinage de l'entrée. En face du bord libre de la

trappe, toutes les cellules épidermiques portent des poils glanduleux, dont les pédicelles, aussi larges que ces cellules, forment une membrane continue et très étroite, les portions glandulaires arrondies étant libres extérieurement. Cette structure simule, sur une coupe transversale, un épiderme dédoublé dont chaque élément porterait une glande sessile; et pourtant l'origine de cette apparence ne laisse ici aucun doute.

Cette observation nous conduit à penser que, si la cellule épidermique passe insensiblement au poil, le poil différencié peut aussi faire retour, par une voie compliquée, à la cellule épidermique. Nous sommes ainsi ramené en dernière analyse à notre point de départ, à savoir que le poil et la cellule épidermique sont un seul et même élément diversement adapté.

Sans insister sur le cas particulier des Orthotrics, auquel nous ramènera à un autre point de vue la description des stomates, revenons aux papilles des urnes de Polytrichées. La principale différence entre les papilles des *Polytrichum* et celles de la Gentiane consiste en ce que, chez cette dernière, le sommet est épaissi, tandis que chez la Mousse la paroi s'y amincit. Un pareil amincissement est fréquent à la base des poils bien différenciés chez les Phanérogames (*Armeria maritima*, etc.); seulement ici l'amincissement s'accroît jusqu'à la pointe, en sorte que la membrane forme cette proéminence sans consommer plus de matériaux que les cellules non papilleuses des angles de l'urne. Rien ne nous autorise en somme à supposer que la transformation pili-forme des cellules épidermiques puisse dépasser dans l'urne des Mousses le stade représenté par les Polytrics et le *Pogonatum aloides*. Le cas des Orthotrics ne paraît pas être une simple exagération du précédent, puisque les cellules épidermiques n'y sont point papilleuses.

Sur la soie de diverses Hypnacées (*Brachythecium*, *Eurhynchium*, *Camptothecium*) des émergences épidermiques caractérisent le « pédicelle muriqué » des phytographes. Nous en verrons dans un instant la signification; disons seulement qu'elles n'ont rien de commun avec les poils.

Dans les régions où il est nettement différencié, l'épiderme est simple, c'est-à-dire constitué par une seule assise de cellules

intimement unies entre elles et ne présentant d'autre solution de continuité que les orifices stomatiques. Pourtant l'épiderme est dédoublé localement au niveau des stomates profonds des Orthotrichs. (Pl. I; fig. 12). Cet épiderme simple se constate surtout sur le col et la soie. Celui de la capsule subit souvent des segmentations tardives, principalement au niveau du péristome (Pl. II; fig. 16), et ces cloisonnements simulent assez bien une production de liège. Une telle formation pourrait bien jouer, dans la chute de l'opercule, un rôle comparable à celui du liège dans la chute des feuilles. Dans ce cas, l'assise extérieure reste spécialement affectée au rôle protecteur et constitue un épiderme secondaire ou physiologique, qui s'organisera comme l'épiderme du col, en transformant chimiquement et en colorant ses membranes.

L'épiderme de la soie présente parfois sur une section transversale deux coupes de cellules suivant un même rayon. Il doit néanmoins être tenu pour simple. Cet aspect a pour cause l'allongement rapide des cellules, allongement qui dépasse en quelque façon le but, en sorte que les extrémités des cellules étirées et fusiformes chevauchent l'une sur l'autre¹. Les verrucosités des *Brachythecium*, etc., sont dues à un phénomène analogue : les extrémités contiguës de deux cellules épidermiques qui se sont allongées plus qu'il n'est utile pour suivre l'extension du pédicelle, au lieu de se placer l'une sur l'autre, font saillie en dehors en restant soudées ensemble. Chaque verrucosité comprend ainsi l'extrémité inférieure et l'extrémité supérieure de deux cellules consécutives. La fausse cuticule s'est considérablement épaissie sur la saillie qui en résulte. On ne peut pas comparer rigoureusement ces nodules aux poils des plantes supérieures.

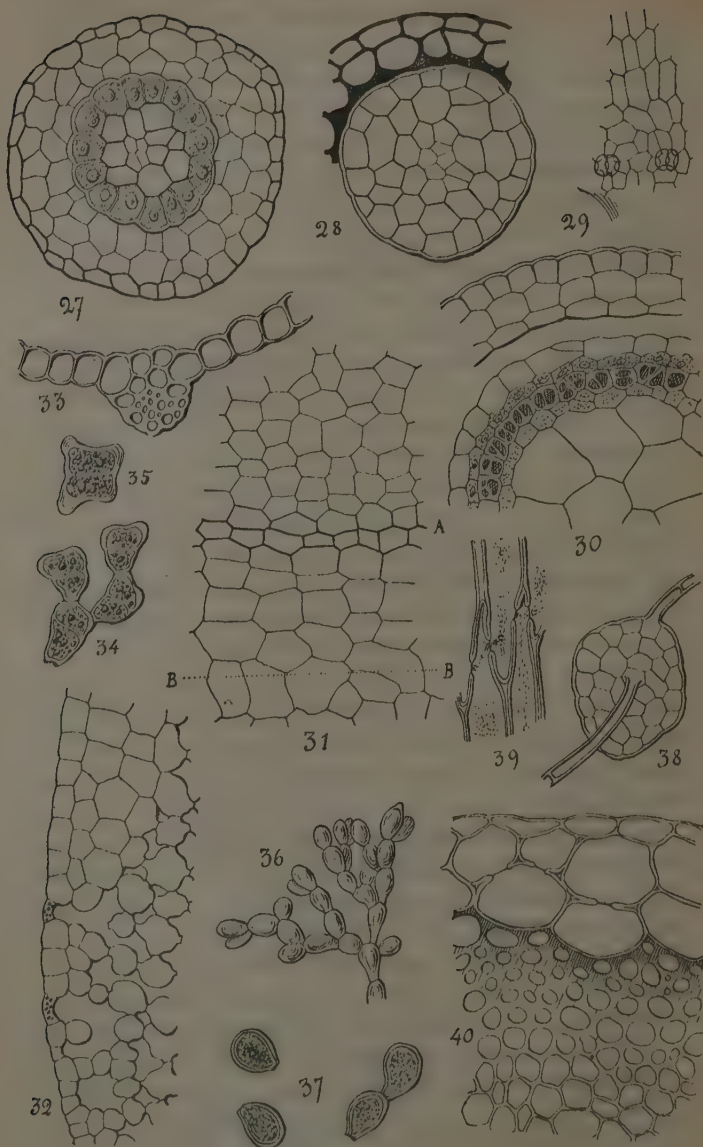
Cellules épidermiques. — Malgré ces aspects particuliers, l'épiderme de la soie conserve une structure beaucoup plus typique dans les Mousses inférieures où cette portion du sporogone s'allonge peu. Chez les *Phascum* il se distingue des couches profondes par la grandeur de ses cellules et surtout par leur protoplasma fortement granulé et leurs noyaux volumineux.

1. Chez les Phanérogames dont le péricycle possède un anneau scléreux simple, les fibres présentent souvent un chevauchement de même nature.

Les parois épidermiques s'épaississent considérablement ; et la plupart du temps, à la membrane primitive (lamelle moyenne) un peu élargie s'ajoutent par apposition de nombreuses strates appliquées sur les parois externes et radiales, de façon à imiter un fer à cheval (Pl. I ; fig. 7), comme cela s'observe dans l'endoderme, principalement chez les Monocotylédones. Les couches apposées peuvent former de plus forts renflements sur les faces radiales que sur la face externe (Pl. II ; fig. 23). Ces dépôts, d'abord très pâles, s'accroissent et finalement revêtent la coloration brune caractéristique. Parfois, avant la formation de ces strates, la membrane subit un épaississement localisé sur les parois radiales au voisinage de la face externe (Pl. I ; fig. 7).

La structure de l'épiderme au point de jonction de la capsule et de l'opercule mérite une mention spéciale. La modification la plus intéressante de cette région est sans contredit l'anneau, composé d'un ou de plusieurs cercles de cellules à paroi externe courte et brunie, à paroi interne bombée et susceptible de se gonfler fortement. Les cellules avoisinant l'anneau et particulièrement celles du bord de l'opercule sont généralement modifiées à son contact ; leur paroi interne refoulée en haut est courte et leur dimension radiale est supérieure à celle des autres éléments épidermiques. Ces cellules sont vivement colorées en rouge-sang dans le *Grimmia pulvinata* (Pl. II ; fig. 14). Les cellules situées au-dessus de l'anneau sont souvent un peu colorées ; elles sont presque toujours moins hautes que celles du reste de la paroi capsulaire.

La présence de l'anneau n'est pas constante et ne constitue même pas un caractère générique. En son absence, les éléments avoisinant la ligne de déhiscence ne s'allongent pas radialement, mais présentent des parois plus ou moins colorées. Dans le *Grimmia apocarpa* une ou deux assises seulement au-dessus et au-dessous de la ligne de déhiscence sont ainsi modifiées (Pl. III ; fig. 31). Mais cette plante offre une particularité contre laquelle il faut se mettre en garde : les dents du péristome vivement colorées s'insèrent au niveau de la cinquième ou sixième assise épidermique de l'urne, au lieu d'être implantées près de la naissance de l'opercule comme cela se produit souvent : aussi à première



vue croirait-on que l'épiderme est coloré jusqu'à ce niveau. Je ne m'explique pas autrement l'opinion de Juratzka citée par M. Boulay et suivant laquelle « la capsule présente sur le contour de l'orifice une zone d'un rouge obscur formée de 4-5 séries de cellules que Juratzka considère comme un anneau persistant¹ ». Les épidermes étalés, comme les coupes longitudinales, ne révèlent rien de la structure d'un anneau et l'on ne peut guère admettre un anneau virtuel, puisque cet organe n'est en somme qu'une portion de l'épiderme adaptée à une fonction spéciale.

Certains auteurs se basant sur ce fait que, dans plusieurs espèces l'anneau reste adhérent à la capsule après la chute de l'opercule et tombe par morceau, au lieu de se détacher en masse, le regardent comme partie intégrante de la capsule. Parfois, au contraire, il tombe avec l'opercule. Au point de vue anatomique, il n'y a point de distinction entre l'opercule et la capsule : l'anneau n'est pas non plus une région indépendante. Au point de vue physiologique, au contraire, il mérite d'être opposé à l'urne aussi bien qu'à l'opercule.

En somme, à part quelques caractères spéciaux, les cellules épidermiques ne diffèrent d'une région à l'autre du sporogone que par leur dimension relative suivant les trois directions de l'espace, l'accroissement longitudinal des cellules étant en rapport avec celui du corps végétatif dans la région considérée. Malgré ces dimensions variées, les cellules ont presque constamment un contour polygonal ou subrectangulaire. Exceptionnellement, et dans des cas où la croissance se prolonge dans les deux directions, les contours deviennent sinueux, comme cela se voit fréquemment sur les feuilles des Plantes vasculaires : c'est ainsi que, dans le *Diphyscium foliosum*, une des faces de la capsule présente des cellules sinueuses, tandis que la face opposée est munie de cellules plus ou moins rectangulaires. Cette différence retentit sur la distribution des stomates, qui sont bien plus abondants sur la première. Les cellules qui avoisinent ces organes, subissant des cloisonnements plus actifs, sont relativement petites et à parois planes. Les stomates sont répandus dans cette espèce sur les cinq sixièmes inférieurs de la capsule.

1. *Loc. cit.*, page 392.

La transformation brune envahit de bonne heure l'épiderme de l'urne et de la soie et ne tarde pas à gagner le col. C'est généralement par les stomates qu'elle débute dans cette région, ou du moins c'est sur ces organes qu'elle progresse le plus rapidement. Nous y reviendrons à propos de l'étude de l'écorce et nous verrons que c'est à partir de ces orifices qu'elle s'étend aux tissus profonds; et si l'activité des cellules corticales n'est plus assez grande pour déterminer une véritable cicatrisation et une production de lenticelles, la localisation primitive de la coloration brune est assez nette pour faire distinguer les stomates à l'œil nu ou à un très faible grossissement. Les plantes dont le col très développé échappe à cet envahissement (apophyse des *Splachnum*) forment l'exception.

C'est surtout dans la soie que cette transformation chimique des membranes est profonde; elle s'étend souvent à l'écorce, en sorte que ce pédicelle se réduit à un axe très grêle enveloppé d'un cylindre creux résistant. M. Fritsch¹ a montré que ce cylindre mécanique se résout peu à peu, dans le *Polytrichum juniperinum*, en cordons distincts qui finissent par se perdre dans un cercle de petites cellules à membranes molles. M. Ily² a observé des faits analogues et considère ce contraste comme général; il en conclut même à une distinction fondamentale entre le pied et la soie. Nous ne saurions partager cette opinion; les caractères opposés de ces deux régions s'expliquent en effet directement par l'adaptation: ils résultent nécessairement de la protection permanente due à la vaginule et ce fait est de l'ordre de ceux que nous avons indiqués chez les Caryophyllées³.

Parmi les réactifs qui rendent apparents les progrès de la modification des membranes, le vert d'iode nous a semblé particulièrement avantageux. Employé en solution alcoolique diluée, il se fixe fortement sur les membranes transformées mais encore incolores et leur donne une teinte d'un vert bleu foncé semblable à celui des Rivulaires; les membranes qui commencent à jaunir

1. FRITSCH, *Ueber einige mechanische Einrichtungen im anatomischen Bau von Polytrichum juniperinum*. (Berichte der deutsch. Botan. Gesellsch., Bd. 1, 1883.)

2. Loc. cit., page 137.

3. Loc. cit.

naturellement deviennent vert de bouteille sous l'influence du réactif, tandis que celles qui sont plus foncées, brunes ou rouges, ne s'en imprègnent pas du tout et conservent leurs couleurs naturelles. Les parois cellulodiques restent incolores. On trouve donc dans les sporogones jeunes toutes les transitions du vert bleu et même du bleu pâle, quand la transformation est à son premier degré, au jaune et au brun, et l'on voit que la soie et l'opercule devancent généralement de beaucoup la partie renflée de l'urne dans cette organisation.

Stomates. — La répartition des stomates est essentiellement déterminée par la nature des couches sous-jacentes. C'est la structure de ces dernières qui les exclut de certaines espèces et les localise à des régions déterminées sur les sporogones qui en présentent; aussi ces questions seront-elles mieux traitées avec l'écorce. Disons seulement que les plus grandes variations s'observent à cet égard même parmi les plantes les plus voisines. Ainsi le *Bartramia pomiformis* ne possède qu'une seule rangée de stomates sur son col rudimentaire, tandis que le *Philonotis fontana* les a disséminés en grand nombre sur le quart inférieur de la capsule. Rarement ils dépassent le tiers inférieur de l'urne; ils l'atteignent dans les *Encalypta* et les *Orthotrichs* à stomates superficiels; mais ils sont rarement aussi éloignés de la soie que dans les *Orthotrichs* à stomates profonds, si ce n'est chez le *Diphyscium foliosum*, où on en trouve immédiatement sous le péristome.

Schimper, dans son mémoire fondamental sur la structure des Mousses, considère la constitution de ces organes comme bien spéciale: « Ces stomates, dit-il, offrent généralement la même forme, mais ils n'ont pas toujours la même structure que les stomates des autres plantes... Dans le plus grand nombre de cas, ils sont le résultat d'un déchirement partiel de la cellule destinée à se transformer dans cet organe... Cette construction, comme on le voit, ne s'accorde guère avec la définition qu'on donne ordinairement d'un stomate... » Une organisation aussi singulière mérite d'être examinée avec soin, d'autant plus que cette opinion, appuyée de la haute autorité de Schimper, se trouve

reproduite sans conteste dans des ouvrages fort recommandables¹.

Nos recherches nous ont convaincu au contraire que les stomates des Mousses ont la même origine que ceux des Plantes vasculaires : le stomate se compose de deux cellules de bordure nées par bipartition d'une cellule mère. Si l'on choisit bien ses exemples au point de vue du groupe et surtout de l'âge, on y distingue aisément (Pl. I ; fig. 8) des arêtes externes et internes comme dans les stomates les plus parfaits des Phanérogames ; les arêtes externes sont minces et saillantes ; les arêtes internes sont à peine accusées.

M. Hy² fait observer que leur degré de différenciation atteint parfois son maximum dans les groupes inférieurs, par exemple chez les *Ephemerum*, *Phascum*, *Pleuridium*. Ce fait ne saurait nous surprendre, puisque les représentants inférieurs d'un groupe quelconque sont les plus voisins du point d'où il a divergé de la souche des groupes plus élevés, et que les Mousses les plus humbles sont les plus proches parentes des Phanérogames.

Indépendamment des arêtes qui délimitent une antichambre bien développée et une arrière-chambre rudimentaire, les stomates des Mousses peuvent être munis d'un puits déterminé par la proéminence des cellules épidermiques (Pl. I ; fig. 12). Généralement peu accusée (*Sphagnum*, etc.), cette formation acquiert une grande importance dans quelques groupes. Toutefois, c'est un caractère essentiellement erratique, qui ne peut servir qu'à la distinction des espèces ou tout au plus des sous-genres. M. Venturi³ l'a appliqué avec succès à la subdivision des Orthotrichs. Dans les *Orthotrichum tenellum*, *saxatile*, etc., les cellules épidermiques avoisinant le stomate ne tardent pas à se développer et à se dresser comme une muraille autour des cellules de bordure (Pl. I ; fig. 10). En même temps elles se séparent par un cloisonnement tangentiel en un plan profond correspondant au niveau du stomate et un plan superficiel placé en dehors de la

1. DELOONZ, *loc. cit.*, page 15.

2. *Loc. cit.*, page 138.

3. Cité par BOULAY, *loc. cit.*, page LXX.

situation primitive de l'épiderme. Les cellules de ce plan saillant épaississent leurs parois extérieures. Leurs bords libres devenant toujours plus proéminents se rapprochent au-dessus du stomate, et sur la capsule mûre, on ne distingue sur l'épiderme étalé que des fentes stelliformes à la place des stomates (Pl. I; fig. 11), d'où le nom de stomates cryptopores qui leur a été imposé. Il faudrait se garder, comme semble le faire M. Delogne¹, de prendre cet orifice du puits, au fond duquel s'ouvre le stomate, pour la fente stomatique elle-même. M. Boulay en donne au contraire une description fort exacte dans les points essentiels. Les spores sont fréquemment arrêtées dans ces anfractuosités, et l'on s'explique que d'anciens observateurs aient décrit de semblables orifices comme des pores livrant passage aux spores mûres.

Les cellules épidermiques sont généralement raccourcies dans les régions stomatiques. Elles entourent toujours le stomate en grand nombre depuis 5-8 (*Setigera pusilla*, *Phascum cuspidatum*, *Dicranum scoparium*) jusqu'à une douzaine et davantage chez les *Funaria*, *Bryum*, etc. Ces cellules n'affectent pas de rapports spéciaux avec les cellules stomatiques, si ce n'est leur disposition rayonnante accusée surtout vers les pôles de l'ellipse, disposition qui est au reste secondaire. Les fentes sont communément parallèles à l'axe du sporogone. La cellule initiale faisant partie d'une file longitudinale de cellules épidermiques devient directement cellule mère (Pl. I; fig. 10). D'habitude, les cellules de la file à laquelle appartient l'initiale du stomate subissent un seul cloisonnement radial après l'individualisation de cette dernière, en sorte que chaque cellule de bordure semble faire partie d'une rangée longitudinale distincte. Souvent aussi les cellules supérieures au stomate se cloisonnent seules, les inférieures restant indivises, car le nombre des rangées longitudinales augmente à travers le col, de la soie à l'urne proprement dite.

Les stomates répondent donc bien au même type et le réalisent aussi parfaitement que ceux des Phanérogames. Mais cette structure, indéfiniment persistante sur l'apophyse des *Splachnum*,

2. *Loc. cit.*, page 15.

disparaît généralement de très bonne heure par les progrès de l'épaississement et de la transformation chimique des membranes ; elle est déjà profondément altérée, avant que la capsule ait commencé à brunir. Aussi les stomates, dont le rôle est éphémère, prennent-ils rapidement, comme tout organe sans fonction, des caractères d'imperfection. Schimper a pris cet état dégradé pour la forme typique et primitive des stomates des Mousses.

Comme il était à prévoir, certaines Mousses considérées comme les plus élevées par la structure du sporogone aussi bien que de la tige sexuée présentent les stomates les plus imparfaits : tels sont les *Polytrics*. Leur apophyse se comporte tout autrement que celle des *Splachnum*, bien qu'au début elle lui soit comparable. Les cellules stomatiques sont différenciées de bonne heure, avant que l'épiderme ait cessé de se cloisonner, en sorte qu'elles sont bien plus volumineuses que les cellules voisines. Ces stomates sont très nombreux, souvent confluent. Leurs cellules, bourrées d'amidon, sont situées sur le même plan que les éléments épidermiques et débordent pourtant ces derniers en dedans et en dehors par suite de leur épaisseur un peu plus grande. L'épiderme se charge de pigment avant que la coiffe velue ait complètement mis à nu l'apophyse ; les cellules stomatiques, tout en épaississant leurs parois plus fortement que les autres éléments de l'épiderme, restent plus longtemps incolores, tandis que ces derniers brunissent.

La marche de l'épaississement des cellules de bordure offre une particularité fort intéressante, parce qu'elle a masqué aux yeux de Schimper la structure initiale des stomates : la cellule mère s'est cloisonnée et les cellules filles se sont écartées dans la région moyenne, suivant le mode habituel ; mais l'épaississement va respecter la mince cloison qui sépare les cellules de bordure en dehors des limites de la fente ; il atteint, au contraire, un haut degré dans la portion qui tapisse l'orifice, si bien qu'il finit par le combler plus ou moins complètement. La mince portion non transformée se résorbe et sur des exemplaires de moyen développement nous trouvons bien l'aspect décrit par Schimper (Pl. II, fig. 19-21) ; seulement cet aspect, loin d'être typique, est dû à une altération secondaire.

Les stomates des *Polytrics* présentent une autre anomalie fort remarquable déjà décrite par Schimper¹. Sur quelques-uns de ces organes, les cellules de bordure, après s'être formées comme d'habitude, se cloisonnent transversalement et la cloison s'épaissit. Cette segmentation secondaire est le plus souvent bilatérale. L'ensemble du stomate n'en garde pas moins à l'origine sa forme elliptique et une dépression au niveau des cloisons perpendiculaires à la fente se montre assez tard, permettant toutefois, presque toujours, de reconnaître que le cloisonnement s'est opéré en deux temps et qu'il n'y a pas quatre cellules de bordure équivalentes, comme on le dit parfois. Cependant, on conçoit la possibilité d'une accélération de développement, qui ferait apparaître à la fois deux cloisons rectangulaires identiques; leur écartement simultané déterminerait alors un orifice crucial comme celui du *Frenelopsis* fossile. Ce rapprochement est autrement légitime que celui de cette même *Junipérinée* et des *Marchantiées*, ainsi que nous l'avons indiqué ci-dessus.

L'abondance des stomates est telle sur l'apophyse du *Polytrichum commune*, que ces organes se touchent assez souvent. Il n'y a pas dans ce cas de difficulté sérieuse pour distinguer plusieurs stomates confluent d'un stomate multicellulaire.

Dans les *Sphagnum*, les stomates sont frappés d'un véritable arrêt de développement dès l'origine. Recouverts par l'épigone pendant toute la période de jeunesse où leur fonctionnement serait possible, ils restent toujours rudimentaires. Même dans ce cas, d'ailleurs, ils ont la même origine que ceux des Phanérogames; la seule différence consiste dans la fin prématurée de leur évolution. En résumé, les stomates des Mousses répondent au même type que ceux des Plantes vasculaires. Seulement ce type y est susceptible d'altérations secondaires, dont il faut se garder d'exagérer l'importance.

ÉCORCE. — Nous étudierons dans l'écorce les trois régions anatomiques secondaires que nous lui avons reconnues chez les Phanérogames: l'exoderme, l'autoderme, l'endoderme.

Exoderme. — L'exoderme ou assise externe de l'écorce est

1. *Loc. cit.*, page 47, et pl. VIII, fig. 22.

parfois nettement différencié chez les Mousses, sans présenter toutefois de structure aussi spéciale que la couche fibreuse des capsules d'Hépatiques. Les *Andreæa* font peut-être exception; malheureusement, nous n'avons pu examiner que des représentants de ce groupe (*Andreæa rupestris*, var. *falcata*) qui joignaient à une exigüité extrême une consistance ligneuse trop accusée pour nous permettre d'obtenir des coupes transversales convenables. Nous avons constaté seulement que, dans la région inférieure où la déhiscence se localise d'abord, la capsule possède des bandes brunes à contours sinueux correspondant aux cloisons radiales, mais intéressant à peine les parois transverses et les faces interne et externe qui s'offrent de champ sur les valves étalées, tandis que la paroi capsulaire offrait une pigmentation confluyente ne laissant aucun espace incolore au voisinage du sommet. On peut donc admettre qu'ici comme chez les Hépatiques, la déhiscence valvaire est déterminée par l'inégale contractilité de membranes partiellement cellulósiques et partiellement transformées; mais je n'affirme pas que l'exoderme soit ici la zone active.

Dans les régions stomatiques qui offrent la structure caulinnaire dans sa plus grande pureté, l'exoderme forme une couche unie à l'épiderme sans méats, mais séparée de l'autoderme par des espaces aérifères plus ou moins considérables et perforée par les chambres hypo-stomatiques. Dans le *Funaria hygrometrica* (Pl. III, fig. 32) l'exoderme est formé d'éléments arrondis sur leurs faces internes et reliés aux cellules profondes par des étranglements semblables à ceux qui unissent ces dernières entre elles: l'exoderme se distingue uniquement dans ce cas à sa soudure intime avec l'épiderme. Les stomates de cette plante font une légère saillie en dehors et une partie de la chambre aérifère est limitée dans sa portion périphérique par les cellules épidermiques elles-mêmes. Sur l'apophyse du *Splachnum ampullaceum* (Pl. I, fig. 4), l'exoderme, intimement soudé à l'épiderme, forme une couche plus distincte et les méats qui le séparent de l'autoderme ne tardent pas à se transformer en vastes lacunes traversées par des filaments cellulaires qui relient ces deux régions (Pl. I, fig. 2, 3, 9). Les stomates ne sont pas saillants. L'exo-

derme des Polytrics a dans l'apophyse une constitution analogue; ses cellules petites et plus distinctes de l'autoderme que de l'épiderme s'épaississent de bonne heure comme l'épiderme lui-même. Cette structure se modifie dans les zones dépourvues de stomates et de méats intercellulaires; dans la soie, les régions de l'écorce ne sont pas distinctes. Sur une capsule jeune de *Sphagnum* l'exoderme se présente sous forme d'une assise de cellules aplaties, interrompues par un grand nombre de chambres hypo-stomatiques; mais le plus souvent l'exoderme de la région fertile reste intimement soudé à une ou plusieurs assises plus profondes aussi bien qu'à l'épiderme, sans qu'il y ait trace de méats, tandis qu'il se produit une lacune annulaire dans l'épaisseur de l'écorce; l'exoderme est peu distinct dans ce cas: il se reconnaît pourtant encore dans quelques espèces à ses cellules plus grandes que celles des assises profondes et remplies de grains composés d'amidon dont le diamètre dépasse celui des grains du reste de l'écorce (*Phascum cuspidatum*).

Les Orthotrics à stomates capsulaires ont une organisation spéciale. L'écorce du col est un parenchyme uniforme sans méats. Vers le milieu de l'urne, la région externe de l'écorce comprend trois assises intimement unies à l'épiderme et où l'exoderme n'est pas distinct; mais au niveau des stomates se localisent des îlots de cellules vertes à contours arrondis circonscrivant des méats en rapport avec la lacune annulaire.

Si la marche de la différenciation ne nous semblait pas particulièrement altérée dans la région operculaire et si l'épiderme lui-même n'y était pas imparfaitement individualisé à l'égard de l'écorce, nous serions tenté de voir dans ces cloisonnements tangentiels, bien figurés par M. Hy¹, une première apparition du rôle qui a fait donner à l'exoderme le nom de couche subéreuse. Nous rappellerons toutefois que ces cloisonnements peuvent s'opérer de bonne heure dans l'assise externe (Pl. II, fig. 15, 16).

Autoderme. — Les cellules de l'autoderme sont plus ou moins arrondies au voisinage des stomates; elles circonscrivent ainsi des méats parfois volumineux (*Funaria hygrometrica*, *calcareae*), par-

1. Loc. cit., fig. 44, 46, 47

fois très réduits (*Sphagnum*). Kienitz-Gerloff, dans la description du *Phascum cuspidatum* et du *Ceratodon purpureus*, a déjà indiqué cette apparition corrélative des méats et des stomates¹. Dans les régions dépourvues de stomates, l'autoderme² est intimement soudé à l'exoderme sans qu'aucun méat s'interpose entre leurs cellules ; par contre, il se produit une lacune annulaire au sein de l'autoderme. Exceptionnellement et seulement dans des Mousses très petites, la lacune apparaît entre la première et la deuxième assise corticale par suite d'une réduction extrême de l'écorce ; il n'y a pas de stomates dans ce cas (*Ephemerum*). La lacune dépasse peu les limites de la région des spores ; elle détache d'habitude de l'autoderme une assise interne constituant avec l'endoderme ce que Schimper appelait le sporange externe. Cette assise revêt parfois un aspect particulier dû à ses connexions : ainsi dans le *Brachythecium rutabulum*, elle se distingue par sa richesse amylacée tout en différant aussi de l'endoderme ; en tous cas cette spécialisation de structure est tardive et surtout elle ne se retrouve pas sur la face interne de la couche de spores (Pl. III, fig. 30) ; aussi l'opinion de Schimper nous semble-t-elle exagérée : « Chacun des sacs du sporange, dit-il, est formé de deux couches de cellules plus petites et plus riches en chlorophylle, à l'état jeune, que les cellules qui tapissent la paroi interne de la capsule et celles qui constituent la columelle³. » La couche interne de l'autoderme ne saurait être opposée au même titre que l'endoderme au reste de l'écorce.

M. Hy considère l'apparition de la lacune annulaire comme très précoce : « La formation de ces lacunes, dit-il, se produit avant que les divers tissus aient commencé à revêtir leurs caractères propres³. »

Cette manière de voir est un peu trop absolue. Ainsi la figure 5 de la planche I nous montre le tissu sporogène nettement différencié, ainsi que l'endoderme, bien avant la naissance de la lacune.

1. F. KIENITZ-GERLOFF, *Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Laubmoos-Kapsel und die Embryo-Entwicklung einiger Polytrichaceen.* (Botan. Ztg., 1878, pages 41 et 45, fig. 19, 33 et 34.)

2. *Loc. cit.*, page 53.

3. *Loc. cit.*, page 136.

M. Kienitz-Gerloff a d'ailleurs établi ce fait à propos du *Funaria hygrometrica* : « *Zu der Zeit wo die sporenbildende Schicht bereits fertig abgeschieden ist, beginnt die Bildung des Hohlraumes* ¹. »

A la base du péristome, la lacune disparaît au-dessus d'une courte zone où sa cavité était divisée par des prolongements des éléments voisins (Pl. II, fig. 25). Les travées cellulaires sont généralement plus considérables vers le col, et déterminent un aspect intermédiaire entre la lacune et les méats proprement dits. Il peut même se faire que la lacune reste partout traversée par ces files de cellules ; et dans les *Polytrics*, il en résulte un tissu très lâche entourant le sporange, et se retrouvant dans la région moyenne du cylindre central. Des méats intercellulaires s'observent dans l'urne de ces Mousses jusqu'au voisinage de l'épiderme, et l'on peut considérer la lacune annulaire imparfaite, comme un ensemble de méats confluent. La structure de l'écorce dans l'urne des *Polytrics* est intermédiaire à la structure habituelle du col, où les méats sont nombreux, à l'exclusion d'une vaste lacune, et celle de la capsule, où les méats intercellulaires disparaissent pour faire place à une lacune unique, formée par dissociation des assises préexistantes. Malgré la présence de ces méats, l'épiderme de la capsule des *Polytrics* ne produit pas de stomates ; au contraire, il épaisit de bonne heure ses parois, et des cloisons tangentielles déterminent une couche de renforcement née aux dépens de l'épiderme, et composée de cellules intimement soudées entre elles comme du liège. Ces assises épidermiques, analogues à un liège, sont plus nombreuses au voisinage du péristome.

Nous devons mentionner ici la valeur du péristome (Pl. I, fig. 13). Il résulte des travaux de Schimper, que cet organe est d'origine corticale : « Le péristome intérieur forme toujours la continuation du sac extérieur du sporange ². » D'autre part, M. Hy remarque que, dans les espèces examinées par lui, les dents se différencient à des profondeurs variables ; mais il ne faut pas oublier que cette profondeur est modifiée par les cloisonnements secondaires de l'épiderme et des assises corticales externes. L'é-

1. *Loc. cit.* (1878), page 46.

2. *Loc. cit.*, page 53.

tude anatomique offre d'ailleurs, dans des régions aussi profondément altérées par la fonction, des difficultés spéciales, et un intérêt de second ordre.

Les stomates des *Splachnum* restent indéfiniment actifs ; les méats volumineux persistent encore dans les *Funaria* ; mais, d'habitude ils cessent de communiquer avec l'extérieur. Dans les *Polytrichum*, les stomates sont fermés par l'épaississement de leurs membranes cellulaires ; dans les *Sphagnum*, les méats s'effacent par compression ; plus souvent, ils sont comblés par des bouchons de substance brunissante. Ce phénomène débute au voisinage des stomates, et au contact de la chambre hypostomatique, comme nous l'avons indiqué dans la figure 17 de la planche II, empruntée au col d'un *Pissidens tarifolius*, dont la capsule était encore verte. L'épiderme a subi la transformation brune : les cellules stomatiques sont particulièrement colorées ; cette teinte s'étend aux parois corticales de la chambre aérifère. La communication de celle-ci et des méats profonds est interceptée par un bouchon faiblement coloré en brun, et nettement limité (Pl. II, fig. 17, A). Sur des sporogones un peu plus âgés, on voit les méats successivement envahis par cette substance intercellulaire. On la mettra en évidence par certains réactifs colorants ; ici encore, le vert d'iode nous semble recommandable. La figure 18 de la planche II représente une coupe tangentielle du col d'un *Brachythecium rutabulum* ainsi traitée, et dans laquelle le côté gauche était voisin de l'épiderme, et le côté droit, plus profondément enfoncé : la coloration de la substance intercellulaire décroît de la périphérie au centre, et les espaces les plus internes (c) sont encore libres. Cet envahissement secondaire des espaces intercellulaires par une substance fondamentale trouve son explication dans la présence d'une couche plasmatique, qui tapisse normalement les méats intercellulaires dès leur première formation, et dont M. Russow a démontré l'existence générale¹.

Les membranes corticales qui bordent la lacune annulaire ont aussi la propriété de se transformer chimiquement, et de se colorer sans s'épaissir notablement.

1. E. Russow, *Ueber die Auskleidung der Intercellularen*. (Separ.-Abdr. aus Sitzungsber. der Dorpater Naturforscher-Gesellsch., VII, 1884, Heft 1.)

On attribue généralement à la paroi capsulaire l'origine des traînées filamenteuses qui traversent la lacune. Il est certain, pourtant, qu'au-dessous de la région des spores, les assises du sporange externe de Schimper se dissocient de la même façon, dans certaines espèces. Ce fait n'est pas surprenant, puisque les tissus qui bordent les deux faces de la lacune annulaire ont la même valeur anatomique.

Endoderme. — Les notions de l'endoderme et du péricycle sont corrélatives au même titre que celles de l'exoderme et de l'épiderme, et le degré de différenciation de l'endoderme est en rapport avec celui de la limite extérieure du cylindre central et des systèmes profonds, dont le péricycle transmet l'influence à l'écorce. L'absence de système conducteur cribro-vasculaire nous fait déjà prévoir un état rudimentaire de l'endoderme, et les Mousses, en effet, ne nous offriront aucune trace du réseau d'épaississements, si important pour reconnaître l'endoderme, chez les plantes vasculaires.

Nous ne pensons pas, au reste, que l'on puisse encore aujourd'hui considérer cette structure comme absolument caractéristique de l'endoderme. Non seulement les ponctuations caspariennes font défaut dans bien des tiges et des racines, où l'assise corticale interne est parfaitement distincte; mais on en a signalé en dehors de cette région, et elles n'en sont même plus l'apanage exclusif. L'assise plissée, décrite chez les *Marsilia*, divers *Equisetum*, etc., comme un endoderme médullaire, peut encore être rattachée à la région endodermique. Si nous suivons en effet l'évolution de cette zone, nous voyons que, chez les plantes inférieures, elle entourait un axe réduit à un faisceau cribro-vasculaire unique (Fougères, etc.). Par suite de la complication croissante de l'organisme, plusieurs cylindres semblables, munis chacun de son endoderme et de son péricycle, ont coexisté dans une même masse parenchymateuse; mais par suite d'une loi générale d'organogénie, ces cylindres, primitivement isolés, tendaient à fusionner leurs parties homologues, et à réaliser une unité d'ordre plus élevé: telle est l'origine du cylindre central de la plupart des Phanérogames. Les stades de cette progression sont marqués par l'état permanent de certains groupes, tels que

les Prêles, et ils reparaissent par une sorte d'atavisme chez diverses Dicotylédones, dont les feuilles, et même les tiges, ont un cercle de cylindres équivalents chacun, à certains égards, à un cylindre central, et plongés, avec leur péricycle et leur endoderme propres, dans la masse fondamentale, où l'on ne distingue alors ni écorce, ni moelle.

Mais il est des cas où l'origine de l'assise plissée est d'une tout autre nature. Dans les Équisétacées, les Marsiliacées, le *Salvinia*, c'est l'avant-dernière assise de l'écorce qui en est le siège. La structure des Fougères se relie directement à la précédente, bien que les plissements cèdent la place à une subérisation uniforme. Chez certaines Composées, c'est en des points localisés au dos des canaux sécréteurs, qu'une assise plus extérieure hérite de la structure habituelle de l'endoderme. Parmi les Conifères, les cellules plissées s'observent, suivant les espèces, aux niveaux les plus divers de l'écorce: l'endoderme seul en est constamment dépourvu. Mais la substitution constitue une anomalie beaucoup plus profonde quand, au lieu d'envahir des couches de même origine que l'endoderme, les plissements subérisés se localisent dans l'assise la plus externe du plérome ou cylindre central primitif, comme cela existe, d'après M. Van Wisselingh¹, chez diverses Monocotylédones. Enfin, la situation des cellules à ponctuations caspariennes autour des lacunes centrales des *Isoëtes* reste inexpliquée, mais peu d'accord avec une origine endodermique².

Ces exceptions notables, qui ne sont pas de nature à confirmer la règle de position de l'assise à ponctuations, nous font penser qu'il vaudrait beaucoup mieux abandonner complètement le mot endoderme, au sens histologique, et le réserver à la zone anatomique, qui se trouve à la limite interne de l'écorce. Cette zone montre sa valeur générale, indépendante de toute fonction, par la diversité même des appareils dont elle devient le siège. On peut

1. VAN WISSELINGH, *La Gaine du cylindre central dans la racine des Phanérogames.* (Botan. Centralbl. ex Archives néerlandaises, tome XX.)

2. Ed. DE JANCZEWSKI, *Études comparées sur les tubes cribreux.* (Annales sc. nat., 6^e série, t. XIV, 1882.) Dans ce mémoire sont mentionnées les observations antérieures de Russow (1872) et de de Bary (1877).

envisager l'endoderme comme une région importante en elle-même, à un point de vue strictement anatomique, et prédestinée à jouer un rôle considérable, mais primitivement indéterminé, tout comme le cylindre central, chez les plantes supérieures, pré-existe aux faisceaux cribro-vasculaires, qui se localisent si nettement en lui, dans les cas habituels.

Dans le col des Mousses, dans la soie, dans la région operculaire, où aucune fonction essentielle ne modifie la constitution du cylindre central, il n'y a pas lieu de rechercher un endoderme différencié. Mais, dans l'urne, où l'endothecium devient générateur des spores, la couche corticale interne se distingue du reste de l'écorce par des partitions radiales répétées, qui rendent ses éléments bien plus petits que ceux des assises contiguës, tandis que leur contenu, consistant au début en un protoplasma plus dense, devient, avec l'âge, un endoderme amylacé. L'endoderme correspond donc, chez les Mousses, à la couche profonde du sporange externe de Schimper, du « *äussere Sporensack* » des auteurs allemands.

CYLINDRE CENTRAL. — Le cylindre central (endothecium de Kienitz-Gerloff) se sépare de bonne heure de l'écorce, et reste d'ordinaire distinct dans le col et la soie, grâce à ses cellules étroites et à ses parois minces. Ses limites s'y effacent plus ou moins avec les progrès de l'âge, sous l'influence de la croissance et de l'altération des membranes. Mais, dans l'urne, les modifications d'ordre physiologique maintiennent, en les accentuant, les distinctions anatomiques primordiales, et dans cette région un péri-cycle s'oppose à la masse principale du cylindre central, ou autocycle.

Péricycle. — Le péricycle est déjà une couche génératrice chez les Mousses, où il constitue l'archesporium, ou tissu producteur des spores. Chez les plantes vasculaires, ce rôle se traduit sans doute par la production de tissus différents ; mais la dissociation qui transforme ses éléments en spores, malgré son importance fonctionnelle, a moins de valeur, au point de vue de l'anatomie générale, que la localisation même des cloisonnements qui la préparent. Ces cloisonnements, en effet, s'accomplissent dans une couche homologue de celle qui, chez les Plantes vasculaires, de-

vient le siège d'une active prolifération destinée à donner, soit des racines, soit des tissus secondaires.

Autocycle. — En l'absence de faisceaux conducteurs, l'autocycle est réduit à la moelle. Rarement, le cylindre central se creuse d'une vaste lacune semblable à celle de l'écorce, et traversée comme elle par des filaments cellulaires, de façon à isoler de la columelle le sporange interne des auteurs, comme la lacune corticale sépare le sporange externe de la paroi capsulaire (*Polytrichum*). D'ordinaire, la columelle est adhérente au sac de spores, et sa rangée externe est différenciée comme l'endoderme, ce qui montre une fois de plus que les caractères histologiques ne sont pas strictement limités aux régions anatomiques qu'ils occupent habituellement. Aux limites supérieure et inférieure de l'archesporium, les enveloppes endodermique et médullaire de la couche de spores sont reliées par des pièces de raccordement, semblables à celles qui, chez les plantes vasculaires, unissent l'endoderme d'une racine à celui de la racine mère ou d'une tige, en sorte que toute la zone péricyclique transformée en spores est enfermée dans un sac différencié, à son contact, aux dépens de tissus distincts par leur origine : les uns corticaux, les autres médullaires, mais concordants par leur structure définitive. Au début, l'endoderme se distingue le plus souvent des portions du sac, provenant du cylindre central, par un protoplasma plus dense et des noyaux plus volumineux (*Phascum*, *Splachnum*, etc.).

Les propriétés génératrices du péricycle peuvent s'étendre aux assises médullaires contiguës. Lantzius-Beninga a décrit un fait de ce genre à propos du *Barbula subulata*, et Kienitz-Gerloff en a indiqué un de même ordre, quoique moins évident, dans un *Bryum* indéterminé¹. Rien n'est plus fréquent que ces sortes de métamorphismes de contact chez les plantes supérieures : souvent on y voit le péricycle entrer en activité au contact des cellules cambiales des rayons médullaires, et réciproquement.

RÉSUMÉ. — La structure du sporogone, aussi bien que son origine, répond à celle d'une tigelle de Phanérogame. Toutefois, c'est une tigelle modifiée par l'apparition des spores et des or-

1. *Botan. Ztg.*, 1878, page 47.

ganes annexes, de même que la tigelle des Phanérogames est transformée par les faisceaux conducteurs. On considérera donc le sporogone comme un dérivé de la tigelle au même titre que la tige des plantes vasculaires. Ses zones anatomiques ne cadrent point par leurs limites avec les zones distinguées physiologiquement : l'épiderme, avec une portion de l'écorce, forme la paroi capsulaire; le reste de l'écorce, y compris l'endoderme, constitue le sporange externe; la lacune annulaire est sans importance anatomique; l'archesporium, ou couche formatrice des spores, provient du péricycle, tandis que le sporange interne et la columelle dérivent de la moelle.

Un trait important de cette organisation réside dans la distinction nette d'un cylindre central en l'absence de faisceaux cribro-vasculaires.

Dépourvu de membres appendiculaires, le sporogone conserve la symétrie axile dans toute sa pureté, si l'on fait abstraction des incurvations tardives de la capsule.

II. — HOMOLOGIES DES MOUSSES ET DES THALLOPHYTES.

Les liens qui unissent les Mousses aux Hépatiques ne sont pas contestés; nous n'en ferons pas une étude spéciale. Nous avons ici en vue les relations de cette classe avec les Thallophytes proprement dits.

De la spore, que l'on pourrait déjà envisager comme une formation thallophytique, procède un corps semblable à une Algue, naissant et croissant comme une plante de ce groupe. Les anciens botanistes confondaient cette forme avec les véritables Algues, et en faisaient le genre *Protonema*. Depuis qu'Agardh a montré les relations de ce corps avec les Mousses, on a détourné le mot *protonema* de son sens primitif, pour désigner non plus une espèce, mais une forme végétative.

A cette phase, succède la tige feuillée ou corps sexué de la Mousse. Nous savons déjà que cette tige feuillée n'est pas l'homologue de celle des plantes vasculaires; par contre, tout en différant du type des Thallophytes par certains points essentiels de son organisation, elle lui est reliée par quelques particularités. Nous

rappellerons tout d'abord sa dérivation du protonema. On tient peu de compte d'habitude de ce corps rudimentaire; la plupart des bryologues le citent à peine; ceux qui approfondissent avec le plus de soin la structure des Muscinées, disent volontiers avec M. Hy: « Il n'y a aucun intérêt à se prononcer sur ces organes mal différenciés ¹. » Nous croyons au contraire que chaque organe a sa raison d'être, et celui qui n'a pas de rôle actuel à remplir, est un témoin du passé et de l'origine de la plante dont il fait partie. Si l'ontogénie résume l'évolution d'un type, si les phases de l'existence d'un être rappellent les formes dont il dérive, l'élément confervoïde ou ulvoïde des Mousses indique leur souche thallophytique. Pourtant, il existe entre le protonema et le corps sexué une différence profonde, et la naissance de celui-ci aux dépens de celui-là, ne peut mieux être comparée qu'à une métamorphose. L'anatomie comparée ² nous montre en effet le protonema se transformant directement en corps sexué chez les Hépatiques thalloïdes, tandis que chez les représentants les plus élevés de cet ordre, le contraste s'accroît entre les deux phases. Dans les Mousses, tous les stades intermédiaires sont sautés, en sorte que l'on voit apparaître brusquement un corps différant profondément de celui dont il dérive, ce qui est l'essence même d'une métamorphose.

La tige feuillée conserve un autre caractère des Thallophytes, dont la netteté est, au reste, fort inégale dans les représentants de la classe: je veux parler de la propriété de transformer certains éléments en propagules. Ces organes sont des corps capables de donner par *germination*, après une *période de vie latente*, un nouvel individu, et que l'on peut considérer comme homologues des spores conidiennes des Thallophytes. Les propagules ne sont pas de simples boutures, mais de vrais corps reproducteurs, et la plante qui en naît est un individu nouveau, passant par les mêmes phases que celui qui résulte de la germination des spores sporogoniales ou protospores. Il se présente en effet d'abord sous la forme de protonema; et quand le protonema issu de la protos-

1. Loc. cit., page 182.

2. J. GRÖNLAND. *Mémoire sur la germination de quelques Hépatiques.* (Annales des sciences nat., 4^e série, t. I, 1854.)

pore produit une sorte de proembryon lamelleux, sur lequel seulement se développera le corps sexué, comme chez le *Tetraphis pellucida*, le protonema, issu du propagule, se comporte de même.

On observera toutefois que le nom de propagules a été donné à des formations de nature différente. Les bulbilles des Marchantiées n'ont pas la valeur de spores conidiennes; chacune d'elles constitue un petit thalle qui, après avoir atteint un certain développement sur la plante mère, se détache pour former une bouture naturelle et s'accroît directement sans germination.

Cette réserve faite, on trouve toutes les transitions entre les propagules identiques à des spores, comme ceux du *Scapania nemorosa* parmi les Hépatiques (Pl. III, fig. 36, 37), et ceux qui semblent avoir une origine moins nette. A côté de cette forme de spores unicellulaires on placera les propagules bicellulaires de nombreuses Hépatiques, à contour tantôt elliptique, tantôt hérissé de tubérosités (*Jungermannia minuta*, *J. ventricosa*, etc.) (Pl. III, fig. 34, 35). Ils nous conduiront aux types décrits chez les Mousses, tels que les séries linéaires des Orthotriches et enfin aux raquettes des *Aulacomnium androgynum* et des *Tetraphis pellucida*. Dans ces dernières, chaque cellule germe isolément et il n'est pas rare de voir plusieurs protonemas se développer simultanément aux dépens d'un même propagule; j'en ai observé quatre sur un propagule de *Tetraphis*. Ces protonemas naissent le plus souvent des cellules marginales; pourtant les cellules des faces ont les mêmes propriétés essentielles et peuvent aussi germer (Pl. III, fig. 38).

L'apparition des propagules n'exclut pas toujours celle des organes sexuels. A côté du *Calypogeia Trichomanis* (Hépatiques), du *Tetraphis pellucida*, de l'*Aulacomnium androgynum*, qui portent leurs propagules à l'extrémité de pseudopodes spéciaux, à côté des espèces comme le *Jungermannia exsecta* qui, dans les Vosges, n'a pas d'autre moyen de propagation que ses conidies, comme le *Barbula papillosa* ou l'*Ulota phyllantha*, on peut citer le *Scapania nemorosa*, qui permet souvent de constater sur une même tige la coexistence des organes sexuels et des propagules.

On sait que des protonemas se développent parfois aux dépens

des cellules de la soie ¹, ou de la paroi de l'urne ². On ne considère pas d'ailleurs ces cellules comme équivalentes des propagules. L'opinion la plus plausible à leur égard est celle de Kienitz-Gerloff ³, suivant laquelle, la propriété de donner naissance à un protonema appartient non seulement à l'endothecium, mais aussi à l'amphithecium, malgré sa forte tendance à se localiser dans le péricycle.

On pourrait trouver aussi des liens entre les Mousses et les Thalophytes, dans la nature de leurs tissus. Ces relations se manifestent d'ailleurs dans les différentes portions de la plante, dans le sporogone aussi bien que dans le corps sexué. Les corps chlorophylliens des parois de l'anthéridie prennent tardivement une belle coloration rouge chez les Mousses comme chez les Characées. Le contenu des éléments quiescents (spores ou propagules) rappelle celui des spores de divers Champignons.

La chlorophylle a la propriété de se transformer, dans les spores de quelques espèces, en une variété rouge-brique, comme elle le fait dans les spores de certaines Chlorophycées, où elle est tantôt verte, tantôt rouge, suivant que le développement s'opère dans l'eau ou à l'air. Le *Grimmia apocarpa* nous offre un remarquable exemple de ce phénomène. Les botanistes descripteurs ont remarqué que la capsule de cette Mousses est jaunâtre. Au début, elle est verte, et cette couleur est due uniquement à la chlorophylle de ses parois; les spores sont, à ce stade, entièrement incolores; elles ne tardent pas à revêtir une couleur rouge qui donne au sporogone l'aspect caractéristique. Il en est de même dans le *Pogonatum nanum*, à capsule presque nue, ou dans l'*Encalypta vulgaris*, dont l'urne est cachée par la coiffe très allongée, etc. Des espèces voisines présentent des spores rouges dès le début, ou des spores vertes au moins primitivement, sans que ce caractère essentiellement spécifique semble soumis dans son apparition à des règles bien fixes.

1. N. PRINGSHEIM, *Ueber vegetative Sprossung der Moosfrüchte*. (Monatsber. der kön. Akad. der Wiss. zu Berlin, 1876.)

2. E. STAHL, *Ueber künstlich hervorgerufene Protonemabildung an dem Sporogonium der Laubmoose*. (Botan. Ztg., 1876.)

3. *Loc. cit.* (1878).

La coloration plus ou moins pourprée est souvent due chez les Mousses à une modification des parois cellulaires.

Ces questions de coloration, quand il ne s'agit pas de pigments essentiels comme les composés rouges, bleus, bruns des Algues, n'ont à nos yeux qu'une médiocre importance taxinomique, car elles sont liées assez directement aux influences extérieures.

Nous n'insisterons pas sur ces homologues des Mousses avec les Thallophytes, parce que nous n'avons pas de guide aussi certain que dans leur comparaison avec les plantes vasculaires. Rappelons toutefois que l'on a cherché, non sans quelque vraisemblance, à rapprocher la structure de la tige feuillée des Mousses de celle de certaines Algues supérieures, comme les produits de *différenciations parallèles*. Ce que l'on peut dire en tous cas, c'est que la phase principale de la vie des Mousses, ou phase de tige feuillée, n'a pas d'équivalent évident dans un autre groupe, en sorte qu'elle constitue la forme propre, caractéristique de la classe et qu'elle mérite le nom de *phase bryophytique*. Voilà pourquoi la tige feuillée tient une place effacée dans l'étude des homologues des Mousses, tandis qu'elle mérite le premier rang dans la classification de ce groupe.

TROISIÈME PARTIE.

LA PLACE DES MOUSSES DANS LE RÈGNE VÉGÉTAL.

En ce qui concerne les homologues des phases réunies sous le nom de génération sexuée, une large place reste à l'hypothèse. D'après une intéressante observation de M. Hy ¹, les glandes muqueuses (improprement stomates) des *Anthoceros* pourraient être homologues de l'archégone des Cryptogames vasculaires. La spore donne parfois un corps lamelleux (*Sphagnum* germant sur un support solide), ou bien l'extrémité du protonema se transforme en un tel corps (proembryon de *Tetraphis*). Cette production ressemble à certains prothalles rudimentaires, et la naissance du corps sexué à ses dépens éveille l'idée d'une apogamie de-

1. *Loc. cit.*, page 121.

venue constante avec report de la sexualité sur la génération suivante qui, par le fait, n'est plus qu'une simple phase de la première. Le prothalle des Cryptogames vasculaires pourrait n'être homologue que du protonema et du proembryon des Mousses. La forme des anthérozoïdes est un caractère essentiellement lié au milieu, et sa persistance, chez les Muscinées, opposée à son absence chez les Phanérogames actuelles, trouverait sa raison d'être suffisante dans les conditions biologiques des deux groupes.

Le développement de l'œuf fécondé donne au contraire à la comparaison une base positive. Chez les Cryptogames vasculaires, il n'y a pas de corps massif préexistant à la première feuille : pied, feuille, tige, racine naissent simultanément aux dépens de l'œuf. Il n'y a pas non plus de formation axile préexistante dans les bourgeons de Fougères, qui naissent par apogamie sur le prothalle, comme cela résulte des observations de M. de Bary. « Je n'ai pas suivi, dit l'éminent professeur, la première différenciation du sommet de la tige, ni celle de la cellule terminale, qui est plus tard facile à distinguer. Quoique j'aie souvent fixé mon attention sur ce point, je n'ai pu découvrir que cette cellule se montre plus tôt ou en même temps que la cellule différenciée du sommet de la première feuille ¹. » Il n'est donc pas même certain que la première cellule de la tige préexiste à la première cellule de la feuille.

Chez les Muscinées au contraire et chez les Phanérogames, l'orientation des premières cloisons concorde. Ce fait, peu considérable en lui-même (Kienitz-Gerloff), entraîne une conséquence capitale, qui est la formation d'un corps massif équivalent dans les deux groupes : la tigelle et le sporogone.

Peut-on dire que les Mousses se soient détachées de la souche des Phanérogames plus ou moins haut que les Cryptogames vasculaires ? Certains organes rudimentaires indiquent chez les Mousses une rétrogradation, sans toutefois en préciser l'étendue.

La paléontologie parle en faveur de la divergence antérieure des Cryptogames vasculaires ; mais ses renseignements sont incomplets. Il est même certain que nous ne connaissons pas les Mous-

1. DE BARY, *Sur les Fougères apogames et sur le phénomène de l'apogamie en général.* (Revue internat. des sc. biol., 1880, t. V, page 341.)

ses les plus anciennes, puisque celles de l'ère tertiaire présentaient à peu près des formes aussi variées que celles de notre époque et se trouvaient par conséquent déjà en pleine évolution. La découverte d'empreintes attribuées à une Hépatique (*Marchantites oolithicus*) a permis récemment de reporter à l'oolithe inférieure l'apparition de cette classe, dont les plus anciens représentants connus jusqu'alors appartenaient à l'éocène ¹. La présence de Birrhides dans le lias avait amené, d'autre part, Heer ² à admettre que ces Coléoptères, hôtes habituels des Mousses à notre époque, témoignaient de l'existence des mêmes végétaux dans ces temps reculés. Sans doute un argument de cette nature, malgré son élégance, doit être enregistré avec réserve : le rigoureux enchaînement qui lie de nos jours une espèce, un groupe donné à des conditions de milieu strictement déterminées ne prouve pas, qu'à défaut de ces conditions, cette espèce ou ce groupe n'en supporteraient pas d'équivalentes ; rien ne prouve que les Mousses auxquelles la sélection naturelle a uni indissolublement les Birrhides actuels aient été indispensables aux Birrhides jurassiques. L'hypothèse du célèbre Heer est très vraisemblable, mais demande confirmation.

Si les Mousses avaient été aussi largement réparties dans les périodes primitives que l'étaient les Cryptogames vasculaires, on en aurait apparemment trouvé quelques vestiges dans des formations telles que la houille. Quoique les caractères empruntés à la Paléontologie soient essentiellement négatifs, on est donc autorisé à regarder, sinon la première apparition, du moins le développement maximum du type Muscinée, comme bien postérieur à celui des Cryptogames vasculaires.

Ce que l'on peut affirmer, c'est que les Mousses se sont moins écartées du tronc des Phanérogames que les Cryptogames vasculaires, puisque la phase fondamentale de tigelle est sautée chez ces dernières. Tandis que les Cryptogames vasculaires évoluaient puissamment aux anciennes périodes géologiques et divergeaient

1. FLICHE et BLEICHER, *Étude sur la flore de l'oolithe inférieure*. (Bulletin de la Soc. des sciences de Nancy, 1882, t. VI, fasc. XIII, page 61.)

2. HEER, *Le Monde primitif de la Suisse*, traduit. Demole. (Cité par Fliche et Bleicher, *loc. cit.*)

notablement de la souche des Phanérogames, la souche des Muscinées restait parallèle à cette dernière ou peut-être confondue avec elle. C'est à une époque relativement récente, que Phanérogames et Muscinées auront évolué simultanément pour constituer dans la nature actuelle une association devenue nécessaire par la division du travail, alors que dans les temps géologiques les Cryptogames vasculaires, participant des propriétés biologiques de ces deux groupes, se suffisaient à elles-mêmes pour conquérir à l'empire de la végétation les premières terres sorties du sein des eaux.

Les Phanérogames et les Muscinées forment en grand, dans l'économie de la nature, à notre époque, une symbiose analogue à celle qui enchaîne deux individus d'origines différentes et dont les exemples se sont multipliés dans ces derniers temps¹. L'évolution corrélatrice des deux groupes a un point de départ anatomique commun : aux premiers cloisonnements concordants succèdent des corps équivalents, d'une part le sporogone, de l'autre la tigelle qui donnera naissance à la tige feuillée munie de racines. Le péricycle, zone prédestinée au rôle générateur, se comportera différemment en raison du sort ultérieur de la plante considérée. S'agit-il d'une Phanérogame, il entrera en activité tardivement et formera de nouveaux tissus pour augmenter la masse du cornu. Chez les Mousses faites pour ramper et s'étendre en surface, ses cellules donneront de nouveaux individus. Le rôle des Phanérogames a donc assuré leur évolution rapide dans le sens du perfectionnement de la tige; celui des Mousses a entraîné un développement exagéré de la phase thallophytique; mais celle-ci, modifiée et compliquée, a donné naissance à un type nouveau et spécial. Ce type bryophytique, réalisé par la tige feuillée et sexuée, suivra une progression ascendante et souvent parallèle à celle du sporogone, comme le fait justement remarquer M. Hy, bien qu'il tire de ce fait des conclusions d'un autre ordre.

1. Cette symbiose n'est pas toujours suffisamment comprise des horticulteurs, qui suppléent par des moyens artificiels coûteux aux services rendus par les Mousses aux l'hanérogames sauvages; ces mauvaises herbes sont parfois d'utiles serviteurs qui, en retour d'un peu d'ombrage, assurent aux racines une fraîcheur mal compensée par un arrosage méthodique.

Le développement considérable de la phase sexuée n'est donc pas dans le type des Mousses un indice d'infériorité, puisque dans les limites de la classe il caractérise les formes élevées. Il en résulte que les partisans de la théorie des générations alternantes, en insistant sur la régression de la génération sexuée des Muscinées inférieures aux Muscinées supérieures, de celles-ci aux Cryptogames vasculaires et des Cryptogames vasculaires aux Phanérogames, s'appuyaient sur un principe inexact. Leurs adversaires se sont empressés de les mettre en contradiction avec les faits; mais cette contradiction est plus apparente que réelle et n'atteint nullement la théorie en elle-même; les faits rétablis le montrent clairement. Toutefois il est peut-être utile de modifier la signification que les botanistes attribuent communément aux générations alternantes et de ne pas limiter forcément à deux le nombre des générations successives, bien que ce nombre soit habituel. De même que certains Crustacés traversent, avant d'acquiescer les organes de reproduction, une série de phases agames correspondant à l'état adulte et sexué de Crustacés moins élevés¹, ainsi les végétaux passent par un nombre indéterminé de formes rappelant leur filiation. Il est possible qu'une espèce ait présenté simultanément deux phases sexuées; mais dans cette hypothèse, l'apogamie d'une des générations est imminente. Les végétaux connus n'offrent aucun exemple de cette coexistence qui est extrêmement rare dans le règne animal (*Rhabditis nigrovenosa*, où l'une des phases semble passer à l'apogamie). La suppression des organes reproducteurs dans la génération stérile peut laisser subsister une reproduction agame ou par spores (apogamie au sens propre) ou même être totale par suppression des spores elles-mêmes, ce que M. Bower a désigné récemment sous le nom d'aposporie². Les Mousses présentent une phase thallophytique apogame sans spores, une phase bryophytique sexuée (où du moins l'apogamie est exceptionnelle), enfin une phase phanérogamique agame où les spores ont une origine tout à fait spéciale. Cette manière d'envisager l'alternance des générations rappelle

1. VOY. DALFOUR, *Traité d'embryologie*, trad. fr., t. I, page 439.

2. BOWER, *On Apospory in Ferns*. (*Journal of the Linnean Society*, 1885, t. XXI.)

plutôt la théorie des métamorphoses; la limite entre les générations alternantes et les métamorphoses est au reste bien artificielle.

Chez les Phanérogames, la phase thallophytique n'a plus sa raison d'être et disparaît presque totalement des Gymnospermes aux Angiospermes.

La phase de tige feuillée des Mousses est, jusqu'à un certain point, parallèle à la phase vasculaire des Phanérogames : elle succède aussi à la phase de tigelle. Il y a pourtant une différence capitale résultant de l'interposition d'une spore quiescente, qui détermine une évolution nouvelle commençant à la phase thallophytique. Il en est de même, si le corps quiescent (propagule ou spore conidienne) provient de la tige sexuée. Par suite, le grand segment du cycle évolutif ou segment bryophytique est plus intimement lié au type thallophytique dont il dérive qu'au type phanérogamique; voilà pourquoi nous maintenons qu'il n'y a pas d'homologie entre la tige feuillée des Mousses et celle des plantes vasculaires et que, plus la perfection de la première la rapproche de la seconde, plus elle s'en éloigne au point de vue génétique, puisque c'est par des voies différentes que leur organisation est parvenue à un niveau comparable et que c'est dans les états les plus inférieurs qu'elles divergeaient le moins de leur commune origine. Nous voyons au contraire dans le sporogone les caractères anatomiques de la tige des plantes vasculaires réalisés indépendamment de toute opposition de membres.

En résumé, on distingue dans la vie d'une Mousse trois phases dont les deux premières restent confondues chez l'*Anthoceros* : 1° la phase *thallophytique*, réduite à l'état de vestige; 2° la phase *bryophytique*, qui occupe la plus grande place et dont on ne retrouve pas d'équivalent parfait en dehors de ce groupe, si ce n'est chez les Hépatiques; 3° la phase *phanérogamique*, qui est rudimentaire et semble avoir été mieux représentée chez certaines Mousses éteintes.

EXPLICATION DES PLANCHES

A. — Homologies du sporogone.

PLANCHE I.

Splachnum ampullaceum.

- FIG. 1. — Jonction de la soie et de l'apophyse. — *Ep*, épiderme ; *éc*, écorce ; *cyl*, cylindre central.
- FIG. 2. — Région moyenne de l'apophyse.
- FIG. 3. — Région inférieure de l'apophyse.
- FIG. 4. — Région moyenne de l'apophyse jeune.
- FIG. 5. — Capsule très jeune, où l'on distingue : l'épiderme, l'écorce avec l'endoderme granuleux, le cylindre central avec son périycle sporogène.
- FIG. 6. — Apparition de la lacune annulaire. — *ép*, épiderme ; *lac*, lacune annulaire ; *end*, endoderme ; *pér*, périycle.
- FIG. 7. — Épiderme.
- FIG. 8. — Stomate.
- FIG. 9. — Région stomatique de l'apophyse.
- N. B. Toutes ces figures sont empruntées à des coupes transversales.

Orthotrichum tenellum.

- FIG. 10. — Épiderme de la capsule jeune ; les cellules épidermiques se dressent autour du stomate.
- FIG. 11. — Épiderme de la capsule mûre. Orifice stelliforme dû à la convergence des cellules épidermiques au-dessus du stomate.
- FIG. 12. — Coupe transversale comprenant un stomate. — *ep*, assise superficielle ; *ep'*, assise profonde de l'épiderme localement dédoublé ; *lac*, lacune annulaire.

Hypnum rutabulum.

- FIG. 13. — Coupe radiale dans la région du péristome. — *p i*, Péristome interne ; *p e*, péristome externe ; *lac*, lacune annulaire ; *An*, cellule basilaire de l'opercule élargie au contact de l'anneau.

PLANCHE II.

Grimmia pulvinata.

- FIG. 14. — Épiderme au voisinage de l'articulation de l'opercule. — A, opercule ; B, anneau ; C, urne (coupe radiale).

Fissidens taxifolius.

- FIG. 15. — Base de l'opercule. Recloisonnement des assises extérieures.
- FIG. 16. — Région operculaire, un peu plus haut que dans la figure 15. Cloisonnement épidermique secondaire. — A, péristome externe.

FIG. 17. — Progression de la coloration brune à partir du stomate et de la chambre hypostomatique. — A, bouchon intercellulaire de substance brune. (Trois coupes transversales.)

Hypnum rutabulum.

FIG. 18. — Coupe tangentielle de l'écorce dans la région stomatique d'un col âgé, montrant l'invasion et la coloration progressives de la substance intercellulaire. — e, espace encore libre dans la partie profonde; la partie la plus superficielle est à gauche.

Polytrichum commune.

FIG. 19-21. — Trois coupes d'un stomate âgé, dont la cloison s'est résorbée vers les pôles. — 21, coupe équatoriale; 20, coupe dans la région où les deux cellules stomatiques communiquent; 19, zone intermédiaire aux précédentes.

FIG. 24. — Épiderme de l'urne à parois épaissies (coupe transversale).

Pogonatum aloides.

FIG. 22. — Épiderme papilleux de la capsule (coupe transversale).

Pogonatum nanum.

FIG. 23. — Épiderme non papilleux de la capsule (coupe transversale).

Fissidens taxifolius.

FIG. 25. — Passage de la lacune annulaire aux simples méats, au sommet de la capsule.

Grimmia apocarpa.

FIG. 26. — Coupe radiale du pied et de la base de la soie.

PLANCHE III.

Phascum cuspidatum.

FIG. 27. — Soie et vaginule (coupe transversale).

FIG. 28. — Soie près de l'orifice de la vaginule. Celle-ci est incomplètement figurée (coupe transversale).

FIG. 29. — Épiderme de l'urne vu de face.

FIG. 30. — Urne jeune dans la région moyenne. Les lettres comme dans la figure 6 (coupe transversale).

Grimmia apocarpa.

FIG. 31. — Épiderme étalé du voisinage de l'articulation de l'opercule. — A, ligne de déchiscence; les membranes épidermiques, colorées en rouge, sont indiquées par un trait plus gros; BB, niveau de la base des dents du péristome, qui forment un fond rouge sur lequel se dessine l'épiderme.

Funaria hygrometrica.

FIG. 32. — Coupe radiale montrant la différence de structure de l'écorce entre les régions capsulaire sans stomates et cervicale à stomates.

B. — Homologies de la tige feuillée.*Phascum cuspidatum.*

FIG. 33. — Coupe transversale de la nervure et de la portion voisine d'une feuille.

Jungermannia minuta.

FIG. 34. — Chaîne de propagules.

FIG. 35. — Propagule isolé.

Scapania nemorosa.

FIG. 36. — Arbuscule de propagules à l'extrémité d'une feuille.

FIG. 37. — Propagules isolés.

Tetraphis pellucida.

FIG. 38. — Propagule dont une cellule marginale et une cellule faciale sont en germination.

Sphagnum cymbifolium.

FIG. 39. — Tige jeune. — Coupe tangentielle de la région périphérique, montrant, aux points qui deviendront des trous, des diaphragmes auxquels le protoplasma reste adhérent après contraction par l'alcool.

FIG. 40. — Tige jeune. — Coupe transversale montrant les mêmes diaphragmes.

SUPPLÉMENT

AUX

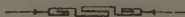
RECHERCHES SUR LA FAUNE MARINE

DES ILES ANGLO-NORMANDES

PAR

Le D^r R. KÖHLER

CHARGÉ D'UN COURS COMPLÉMENTAIRE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY



Pendant mon premier séjour aux îles Anglo-normandes, je n'avais pu étudier avec quelques détails que la faune de l'île de Jersey et la faune des grottes du Gouliot à l'île de Sark. Dans le but de compléter ces recherches, je me rendis de nouveau, l'an dernier, aux îles de la Manche, mais au lieu qu'en 1884 je m'étais établi à Jersey, je me fixai en 1885 à Gârnesev, pour continuer les recherches qui n'avaient été qu'ébauchées l'année précédente, et pour explorer en détail l'île de Herm que je n'avais pu visiter en 1884.

J'ai tenu cependant à compléter mes premières recherches sur la faune de Jersey et je consacrai les dix premiers jours de mon voyage à revoir certaines stations que je n'avais pu explorer à fond en 1884. J'ai ainsi rencontré un certain nombre de formes intéressantes qui m'avaient échappé pendant ma première campagne.

Je compléterai donc, dans ce travail, mon étude de la faune de l'île de Jersey; je rendrai compte ensuite de mes recherches à Guernesey et à Herm. Je n'aurai que fort peu de chose à ajouter aux indications que j'ai données sur l'île de Sark dans mon premier mémoire.

JERSEY.

ÉPONGES. — J'ai rencontré au Dog-Next quelques beaux échantillons de *Caminus osculosus*, Gr. Les *Hymeniacidon armatura*, Bow., et *Microcionia armata*, Bow., sont assez communes, la première surtout, sur les coquilles de *Pecten*. L'*Hymeniacidon celata*, Bow., se trouve très fréquemment entre les lamelles des écailles d'huîtres vides.

Je signalerai encore : *Hymeniacidon caruncula*, Bow., *H. mammeata*, Bow., *Isodyctia fucorum*, Bow., espèces fort communes à Jersey. L'*Isodyctia cinerea*, Bow., est beaucoup plus rare.

ÉCHINODERMES. — Je n'ai à ajouter à ma première liste d'Échinodermes que la *Synapta inhaerens*, Düb. et K., très commune dans la baie de Saint-Aubin et qui m'avait échappé pendant mon premier voyage; l'*Ophiura albida*, Forb., qu'on trouve fréquemment à la drague dans la baie de Saint-Aubin avec quelques *Palmipes membranaceus*, Retz., et la *Cribella oculata*, Penn., dont j'ai trouvé quelques échantillons à la Mothe sur le sable.

TURBELLARIÉS. — Le *Polycelis levigatus*, Qf., est la seule espèce nouvelle de Planaires que j'aie trouvée en 1885. Avec les *Valencia splendida* et *longirostris*, j'ai rencontré à la Rocque, dans le sable vaseux, la *V. ornata*, Qf.

POLYCHÊTES. — Je dois signaler un certain nombre d'espèces nouvelles : *Lagisca propinqua*, Malmg., peu commune, à la grève d'Azette; *Sthenelais Edwardsii*, Qf., assez répandue; *Nephtys longosetosa*, Erst., et *N. scolopendroides*, D. Ch., trouvées à la grève d'Azette avec la *Nereis irrorata*, Mgm. Je possède aussi un échantillon de *Nereis Marionii*, A. et E., trouvé derrière la Mothe. L'*Aonia foliacea*, A. et E., n'est pas rare à Jersey.

J'ai recueilli dans les pêches pélagiques de nombreux échantil-

lons d'une Annélide découverte à Dinard par M. de Saint-Joseph, le *Leptonereis Vaillantii*, Saint-Jos.

Plusieurs petites espèces de Syllidiens sont abondantes au milieu des algues, telles que *Grubea fusifera*, Qf., et *Claparedia filigera*, Qf.

Parmi les Phyllodociens, je citerai : *Eteone longa*, Sav., et parmi les Glycériens, *Glycera lapidum*, Qf., qui ne sont pas très répandues. Un Chlorémien, le *Siphonostomum uncinatum*, Qf., est très commun à la grève d'Azette. Le *Leucodore ciliatus*, Johnst., se trouve quelquefois, mais rarement, entre les fentes des rochers.

Parmi les Annélides sédentaires, je signalerai : *A. ecaudata*, Johnst., associée à l'*A. piscatorum*, *Clymene lombricoides*, Edw., et *Petaloproctus terricola*, Qf., qui vivent à la Rocque dans le sable vaseux.

Le *Chaetopterus Quatrefoesii*, Jourd., se rencontre quelquefois sous les pierres; son tube est appliqué contre la face inférieure des cailloux et n'est pas recourbé en U.

Je n'ai à ajouter aux Serpuliens déjà cités que la *Protula protensa*, Grub., qu'on rencontre quelquefois dans les anfractuosités des rochers.

ASCIDIES. — Je n'ai qu'une espèce à mentionner; c'est une Ascidie composée, très commune sur les Laminaires et qui est nouvelle pour la science. M. Lahille, qui a bien voulu me la dédier, l'a décrite sous le nom de *Diplosoma Kœhleri*, Lah.

CRUSTACÉS. — L'espèce de *Galathæa* provenant de la baie de Saint-Aubin que, dans mon premier travail, j'avais rapprochée avec doute de la *G. nexa*, Embl., en insistant sur les différences qui la distinguaient nettement de cette espèce, est la *G. Andrewsii*, Norm. M. Sinel m'a d'ailleurs informé qu'il avait obtenu à la drague un échantillon de *G. nexa* conforme au type décrit par Embleton.

Les *Crangon bispinosus*, Westw., *trispinosus*, Hailst., et *sculptus*, Bell., accompagnent quelquefois le *Crangon vulgaris* dans les flaques d'eau ou dans les zostères. L'*Hippolyte viridis*, Edw., est fort commun dans les herbiers.

Une troisième espèce de *Mysis*, la *M. Griffithisii*, Bell., se trouve quelquefois à la pêche pélagique.

Enfin, quelques Cumacés sont assez abondants dans les zostères : *Gastrosaccus sanctus*, Ben., *Sphinoe serrata*, Norm., *Sph. trispinosa*, Goods., et *Cuma Edwardsii*, Bell. ; ce dernier ordinairement pélagique.

Parmi les Amphipodes, je n'ai à citer que l'*Ampelisca Gaimardii*, Kr., pélagique ; l'*Amathila Sabini*, Leach, et le *Syphonæetes typicus*, Kr., deux formes qui se trouvent dans les zostères, mais assez rarement.

INSECTES. — J'ai trouvé, associé à l'*Æpophilus*, dans les graviers derrière la Mothe, l'*Æpus Robinii*, Lab., qui m'avait échappé en 1884. Avec l'*Æpophilus* adulte on trouve quelquefois sa larve, plus petite que l'insecte parfait et qui en diffère par l'absence des organes génitaux et des élytres, et par quelques différences dans la forme du rostre et des pattes.

Enfin, on peut trouver aux Corbières, dans les flaques d'eau, l'*Ochtebius Lejolisi* et sa larve.

GUERNSEY.

Il est inutile que je répète ce que j'ai dit dans mon précédent mémoire sur la situation et sur la configuration de l'île de Guernesey. La portion de la côte située entre *Saint-Pierre* et le *fort Doyle* est basse, et la mer, en se retirant, découvre des plages assez étendues, très rocheuses. Entre Saint-Pierre et *Saint-Sampson*, la côte forme une baie très étendue, appelée *Belgrave-Bay*. Cette baie, occupée en partie par des zostères, en partie par des rochers tapissés d'algues, offre une faune assez variée. Les zostères abritent quelques Éponges (*Leucosolenia botryoides* et *Isodyctia fucorum*) ; des petits crustacés (*Mysis*, *Temisto*, *Gastrosaccus*), des Planaires, des Ascidies composées, quelques Nudibranches (*Doris tuberculata*, *Eolis papillosa*). Sous les rochers vivent quelques intéressantes espèces d'Éponges (*Halichondria incrustans*, *Ophlitaspongia papillata*, *Isodyctia densa*, *Hymeniacion mammeata*) et des Polychètes. J'ai aussi trouvé dans la baie de Belgrave, à la limite de la laisse des plus basses mers, de beaux échantillons d'un *Leptoclinum* dont les cornus,

très épais, sont d'un rouge éclatant, et que je rapporte au *Leptoclinum Lacazii*, Giard.

Vers Bordeaux et sur toute la portion qui s'étend entre ce petit port et le rocher *Homptol* (au-dessous du fort Doyle), la côte est extrêmement intéressante à explorer, et elle offre une faune d'une grande variété, bien que dans un espace assez restreint. Certaines régions sont occupées par des zostères qui abritent leur faune ordinaire; d'autres points offrent de petites plages sableuses, parcourues par des ruisseaux dans lesquels on trouve des *Sagartia bellis* et *S. parasitica*, *Bunodes gemmacea*. Enfin, sous les rochers et sous les pierres encroûtées d'algues calcaires, vivent un assez grand nombre d'espèces peu communes. Les Oursins, les Comatules, les Ophiures, les *Asterias glacialis* y sont très abondants. J'ai trouvé plusieurs échantillons de *Molgula socialis*, *Cynthia sulcatula*, *Ascidrella scabra*, *Clavelina lepadiformis*, *Chaetopterus Quatrefagesii*, *Edwardsia callimorpha*, *Caryophyllia Smithii*, etc.; plusieurs Éponges calcaires : *Grantia ensata*, *Sycon tessellatum*, *Leucosolenia lucinosa*, etc. Cette région de la côte qui s'étend au nord de Bordeaux est certainement celle dont l'exploration m'a été la plus profitable.

La baie de l'*Ancresse* est très pauvre et n'offre que des rochers nus sur lesquels on trouve des *Actinia equina*, var. *fragracea*. Elle n'offre aucun intérêt.

Le *Grand-Hâvre* est une station assez intéressante sous le rapport de la faune. Les algues qui recouvrent les pierres abritent de nombreux Crustacés inférieurs (*Idothea tricuspidata* et *appendiculata*, *Atylus Swammerdamii*, *Podocerus falcatus*, *Anonyx Edwardsii*) avec des *Galathea squamifera*, *Athanas nitescens*, *Stenorhynchus phalangium*, *Xantho florida*, etc. Parmi les Polychètes, j'ai surtout trouvé : *Phyllodoce laminosa*, *Eulalia clavigera*, *Glycera capitata*, *Eteone longa*, *Siphonostomum uncinatum*, etc. Les *Ascidia producta* et *Cynthia sulcatula* sont communes. Les rochers sont tapissés de touffes de *Cynthia rustica* sous lesquelles vivent des Vers et des Crustacés. Les Éponges sont assez variées : *Tethya lyncurium*, *Dictyocylindricus ramosus*, *Hulichondria incrustans*, etc.

Les baies de *Cobo* et de *Vazon* m'ont paru assez pauvres. Le

sable qui en occupe le fond ne renferme que des Annélides peu intéressantes, et les rochers y sont recouverts d'Éponges très communes (au moins celles que j'ai pu déterminer).

J'ai trouvé à Cobo un échantillon de *Chalina cervicornis*, mais qui avait été rejeté par la mer. A la baie Vazon, les *Pholas dactylus* sont assez communs. On trouve dans cette baie les restes d'une forêt submergée, et les habitants en ont extrait autrefois une quantité considérable de combustible ; on donne dans le pays le nom de *corban* à ces débris de bois submergé.

Les environs de l'île de *Lihou* et la baie de *Rocquaine* offrent au contraire une faune assez riche. La physionomie de cette région, aussi bien sous le rapport de la configuration de la côte et de l'aspect des rochers à mer basse, que sous le rapport de la faune, est absolument identique à celle de la région méridionale de Jersey, à la grève d'Azette par exemple. La mer y forme de nombreuses mares dont le fond est tapissé par des zostères, et les rochers sont couverts d'algues au milieu lesquelles pullulent les Crustacés, les petits Polychètes, les Ascidies composées. Quelques espèces rares ou absentes à Jersey se rencontrent aussi dans cette station ; les Comatules, par exemple, y sont très communes ainsi que les *Glycera capitata*. J'y ai trouvé aussi quelques *Cucumaria pentactes* et une *Cucumaria frondosa*.

De toutes les petites baies qui existent le long de la côte méridionale de Guernesey, la seule intéressante est celle du *Moulin-Huet*. Le fond de ce petit golfe offre des rochers de pegmatite taillés en pointes aiguës et tapissés d'Algues, d'Éponges et d'Actinies, dont l'ensemble rappelle un peu la faune des grottes du Gouliot à Sark, quoique beaucoup moins riche que dans cette dernière station.

Les *Cynthia rustica*, *Halichondria panicea*, *Hymeniadidon caruncula* et *mammata* sont très développés et sont associés à des *Cynthia sulcatula*, *Molgula socialis*, *Leucosolenia lacunosa*, *Grantia compressa* et *ensata*, *Sycon ciliatum*. Les *Actinia equina* sont représentées par de nombreuses variétés ; on rencontre aussi quelques échantillons de *Sagartia sphyrodeta*.

A Fermain-Bay, j'ai rencontré des *Caryophyllia Smithii*.

SPONGIAIRES. — La faune des Éponges est particulièrement

riche sur les côtes de Guernesey. A côté des *Sycon ciliatum* communs partout, j'ai trouvé au Moulin-Huet, à Bordeaux et à Belgrave-Bay quelques *S. tessellatum*, Bow., éponge qui, d'après Bowerbank, ne se trouve qu'aux grottes du Gouliot. Les *Grantia compressa* et *ensata*, Bow., sont aussi communes à Bordeaux, où elles sont associées à la *Leucosolenia lacunosa*, Bow. La *Leucosolenia botryoides* est commune dans toutes les prairies de zostères. J'ai retrouvé à Guernesey toutes les Éponges que j'ai signalées à Jersey, plus quelques formes, telles que *Ophlitaspongia papillata*, Bow. (Belgrave-Bay), *Chalina cervicornis*, Bow. (Cobo) et les *Isodyctia densa*, Bow., *Is. infundibuliformis*, Bow., et *Polymastia mammillaris*, Bow., que j'ai rencontrées dans des produits de dragage rapportés par un pêcheur.

CÉLÉNTÉRÉS. — Les Actinies sont plus nombreuses et plus intéressantes à Guernesey qu'à Jersey. Les *Actinia equina* et *Anemonia sulcata*, assez communes dans les baies de la côte occidentale, sont moins abondantes dans le Nord et font place à des types moins communs, tels que les *Aiptasia Couchii*, Gosse, qu'on trouve en abondance les jours de grandes marées, pendues aux rochers, tout le long de la côte depuis Saint-Pierre jusqu'au fort Doyle. Cette espèce si commune à Guernesey paraît jusqu'à maintenant être fort peu répandue, et on ne la rencontre guère que sur quelques points des côtes d'Angleterre (Falmouth). Les *Teallia crassicornis*, très abondantes au nord de Bordeaux, atteignent une taille remarquable et sont associées aux *Sagartia bel-lis*, *troglodytes*, *parasitica*, et enfin à la *S. sphynodeta* : cette dernière, comme l'*Aiptasia*, ne s'observe que dans des stations qui ne découvrent qu'aux grandes marées.

Une variété d'*Actinia equina*, l'*A. fragracea*, est très commune à la baie de l'Ancrese et au Moulin-Huet. J'ai aussi rapporté de Bordeaux de beaux échantillons d'*Edwardsia callimorpha*. Enfin le *Caryophyllia Smithii* paraît assez commun à Bordeaux et à Fermain-Bay.

Quant aux Lucernaires que j'ai trouvées à Herm, je ne les ai pas rencontrées à Guernesey.

ÉCHINODERMES. — Ils sont beaucoup plus abondants à Guernesey qu'à Jersey. L'oursin ordinaire, *Strongylocentrotus lividus*,

rare à Jersey où on ne le capture qu'à la drague, est très abondant à Bordeaux, où il se montre en compagnie des *Ophiotryx fragilis*, *Ophiocoma neglecta*, *Asteriscus verruculatus*, *Asterias glacialis* et *Antedon rosaceus*.

J'ai rencontré dans la même station quelques *Cribella oculata* et quelques *Asterias rubens*. Les *Cucumaria pentactes*, Gunn., paraissent aussi abondantes au nord de Bordeaux; j'ai trouvé avec elles deux échantillons de *Cucumaria frondosa*, Müll. Les Synaptés sont fort communes et on les trouve sur tout le pourtour de l'île.

Sur la côte occidentale, la faune des Échinodermes est moins variée. Les Comatules sont assez répandues dans la baie de Rocquaine, où elles sont accompagnées des *Asterias glacialis*, *Ophiotryx fragilis* et *Asteriscus*. Les *Cucumaria pentactes* et *frondosa* existent aussi dans cette baie, mais je n'ai trouvé les Oursins que dans le nord de l'île.

J'ai rencontré un jour un petit *Echinocardium cordatum*, Penn., aux environs du port, près du château Cornet; c'est le seul échantillon de cette espèce que j'aie trouvé aux îles anglaises. Enfin j'ai observé dans les produits d'un dragage des fragments de *Luidia fragilissima*, Forb. Cette espèce intéressante paraît être assez abondante aux environs de Guernesey. Une personne qui recueille des Actinies pour les aquariums en Angleterre m'en a montré un échantillon entier trouvé un jour, à mer basse, au nord de Bordeaux. Le fait mérite d'être signalé, car la *Luidia* paraît être une forme assez rare.

VERS. — Une liste des Vers de Guernesey a été publiée en 1866 par Ray Lankester dans les *Annals and Magazine of Nat. history*. J'ai retrouvé la plupart des espèces indiquées par ce savant, du moins pour les Polychètes, mais j'ai capturé un certain nombre de types qu'il ne signale pas. Quant aux Turbellariés, je n'en ai rencontré qu'un petit nombre d'espèces, qui vivent d'ailleurs aussi à Jersey. Je signalerai: *Leptoplana tremellaris*, commun partout; *Prosthecercus vittatus*, qui vit dans les prairies de zostères (Belgrave-Bay, Lihou); les échantillons de Guernesey sont plus grands que ceux de Jersey; *Proceros Argus*, Qf. (Grand-Hàvre); *Polycelis levigatus* (Rocquaine-Bay) et *Eurylepta cor-*

nuta (Bordeaux, Grand-Hâvre). Le *Lineus longissimus* est très commun à Bordeaux; il se rencontre aussi à Cobo, à Lihou et près du port, sous les pierres.

Les *Nemertes gracilis* et *Tetrastemma candidum* ne sont pas rares non plus. Les trois espèces de *Valencia* de Jersey se rencontrent dans la vase recouverte de zostères, où elles sont associées à des *Marphyses* et à des *Clyméniens*.

Les Polychètes sont très abondants. Les Amphinomiens sont représentés par les *P. squamata*, *P. cirrata* et *Sthenelais Edwardsii*, communs à Bordeaux, au Grand-Hâvre et à Rocquaine-Bay. Lankester cite aussi l'*Harmothoe sarniensis*, que je n'ai pas rencontré; quant à l'*H. Malmgreni*, Lank., qui vit, comme on sait, en commensal dans le tube des Chétophtères, et que cet auteur indique à Herm, je l'ai trouvé aussi à Guernesey, dans le tube des Chétophtères provenant du port de Saint-Pierre.

Parmi les Euniciens, je citerai: *Eunice Harrassii*, abondante partout; *Murphysa sanguinea*, des sables vaseux de Bordeaux et de Rocquaine-Bay; *Staurocephalus rubrovittatus*, Gr., trouvé à Bordeaux sous les cailloux encroûtés d'algues calcaires; *Lombriconereis contorta* et *humilis*, *Lysidice ninetta*, espèces aussi communes qu'à Jersey. Parmi les Nephtydiens: *Nephtys Homborgii* et *longosetosa*, cette dernière vivant aussi à la côte, et dont j'ai trouvé un échantillon au Grand-Hâvre. Parmi les Chlorémiens: *Siphonostomum uncinatum*, assez commun, et *Chloræma Dujardinii*, Qf., qui se trouve à Bordeaux en compagnie des Oursins. L'*Aonia foliacea* se rencontre quelquefois dans la baie de Rocquaine.

Je ne cite que pour mémoire: *Cirratulus Lamarkii*, *Nereis cultrifera* et *Dumerilei*, *Aricia Cuvieri*, *Arenicola piscatorum* et *caudata*. Les Phyllodoeciens sont représentés par la *Phyllodoce laminosa*, un peu moins commune que l'*Eulalia clavigera* et l'*Eteone longa*. J'ai trouvé ces trois espèces dans tous les points que j'ai explorés. La *Glycera capitata* est extrêmement commune: elle est parfois associée à la *Gl. lapidum*.

Parmi les Syllidiens, je citerai: *Syllis amica* et *divaricata*, *Grubea fusifera*, plus un certain nombre de petites espèces identiques à celles de Jersey et qui ne sont pas déterminées.

Deux espèces de Chétophtères vivent à Guernesey : le *Chaetopterus Valencinii*, Qf., et le *Ch. Quatrefagesii*, Jourd. Le premier est très commun dans le port même de Saint-Pierre, dans la portion comprise entre le vieux port et la jetée qui limite le nouveau port au nord. Cette espèce, qui possède un tube en forme d'U, est identique à celle de Herm. Ray Lankester, qui ne signale pas le Chétophtère à Guernesey, appelle l'animal de Herm *Ch. pergamentanus*, Cuv. Il n'est pas facile de décider si les *Ch. pergamentanus* et *Valencinii* sont deux formes identiques ; mais les échantillons du port de Saint-Pierre et ceux de Herm offrent tous les caractères du *Ch. Valencinii* décrit par Quatrefages. La région antérieure offre tantôt onze, tantôt douze anneaux. Dans le tube de ce Chétophtère vit en commensal, dans la moitié des échantillons environ, l'*Harmothoe Malmgreni*, dont on ne rencontre jamais qu'un seul spécimen à la fois.

La deuxième espèce de Chétophtère de Guernesey, que j'ai trouvée à Bordeaux, est identique à celle que j'ai signalée à Jersey, le *Ch. Quatrefagesii*, dont les caractères différentiels ont été nettement établis par Jourdain. Son tube n'est jamais contourné en U, mais il est simplement appliqué contre la face inférieure d'une pierre ; il ressemble à un gros tube de Térébelle. Sa consistance est la même que celle du tube du *Ch. Valencinii*, mais il est beaucoup plus mince. L'animal est plus petit que dans cette dernière espèce, et la région antérieure du corps n'offre que neuf anneaux.

Le *Clymene lombricoides* accompagne la Marphyse dans les sables vaseux. J'ai trouvé à Bordeaux le *Petaloproctus terricola* renfermé dans un tube à parois très épaisses, formé d'un sable fin agglutiné et fixé à la face inférieure des pierres.

La faune des Térébelliens et des Serpulliens est peu différente de celle de Jersey. Les *Terebella conchilega* et *nebulosa* sont communes à Bordeaux, au Grand-Hâvre et sur la côte occidentale de l'île, où l'on rencontre aussi la *T. prudens*. J'ai trouvé au nord de Bordeaux un échantillon d'une Térébelle malheureusement en fort mauvais état, que je rapporte à la *T. Montagu*, Qf. (*T. cirrata*, Mont.), signalée par Lankester à Guernesey. La *Protula protensa* est aussi commune dans la baie de Rocquaine.

Les *Sabella arenilega* et *verticillata* sont communes ; la

S. pavonina est assez rare et je n'en ai rencontré que deux échantillons au Grand-Hàvre. Avec les *Spirorbis communis*, *Vermilia conigera* et *tricuspis*, je citerai encore la *S. fascicularis*, très répandue à Bordeaux.

Comme à Jersey, les Géphyriens sont représentés par les *Phascolosoma elongatum* et *margaritaceum*.

ASCIDIÉS. — La faune des Ascidiés simples paraît un peu moins développée à Guernesey qu'à Jersey. Je n'ai pas trouvé à Guernesey les *Cynthia granulata*, *Ascidiella aspersa*, *Molgula rosco-vita* et *Ctenicella Lanceplaini* de Jersey. Les autres Ascidiés sont celles de Jersey. La *Molgula socialis*, Ald., est assez commune à Bordeaux; je l'ai retrouvée au Moulin-Huet, mais toujours d'assez petite taille dans cette dernière localité.

Les Ascidiés composées, peu fréquentes à Bordeaux et dans le Nord de l'île, sont plus abondantes à Lihou et dans la baie de Rocquaine où les *Amaroucium*, *Fragarium*, *Morchellium*, *Leptoclinum*, *Botryllus* et *Botrylloides* sont représentés par des espèces variées. Je rappellerai aussi le *L. Lacazii*, que j'ai signalé plus haut à Belgrave-Bay.

CRUSTACÉS. — Il est un certain nombre d'espèces capturées à Jersey que je n'ai pas retrouvées à Guernesey, telles que : *Stenorhynchus aegyptus*, *Portunus pusillus*, *Thia polita*, *Gulathæa strigosa*, *Inachus dorsettensis*, *Crangon sculptus*, *bispinosus* et *trispinosus*, *Mysis Griffithsia* et tous les types que j'ai capturés à la drague à Jersey. Certaines formes de Décapodes, telles que : *Pirimela denticulata*, *Xantho florida* et *rivulosa*, sont communes à Guernesey. Mais en général la faune des Crustacés n'est pas très riche, surtout dans le Nord de l'île. Le *Scyllarus arctus*, Rœm., est fréquemment rapporté par les pêcheurs qui le draguent au large de l'île.

Quant aux Isopodes et aux Amphipodes, ils sont absolument identiques à ceux de Jersey. Certaines espèces : telles, que *Paranthura Costana*, *Apeudes talpa*, *Tanais villatus*, *Leptochelia Edwardsii*, sont plus communes au Grand-Hàvre, dans les baies de Belgrave et de Rocquaine qu'à Jersey.

MOLLUSQUES. — Un assez grand nombre d'espèces signalées à Jersey par M. Duprey n'ont pas été retrouvées par moi à Guer-

nêsey. Mais il ne faut pas comparer les résultats obtenus pendant quelques semaines de recherches à ceux qu'a obtenus M. Duprey après une longue étude. J'ai indiqué, dans la liste d'animaux qui termine ce travail, quelques espèces qu'il n'a pas trouvées à Jersey et que j'ai rencontrées à Guernesey, dans le Nord de l'île.

Les Nudibranches sont représentés, comme à Jersey, par les *Doris flammea*, Ald., *tuberculata*, Ald., *Johnstoni*, Ald., *Eolis Cuvieri*, Lam., *Triopa claviger*, Müll., et *Pleurobranchus membranaceus*, Mont., espèces qui sont toutes assez communes dans les prairies de zostères.

Dans le Nord de l'île de Guernesey existent deux mares d'eau saumâtre : l'une située près de l'église de Vale dans une propriété particulière, l'autre à l'Ouest du Grand-Hâvre, près de la route qui longe la côte occidentale de cette baie pour conduire vers la *pointe Rousse*. Près de Saint-Sampson, aux environs du vieux château de Vale, se trouve aussi un petit ruisseau d'eau saumâtre dans lequel on ne trouve guère que des *Palæmon varians*, Leach. Mais la faune des deux mares est plus intéressante.

La mare de Vale est en communication libre avec la mer qui peut y entrer à toutes les marées. Les espèces qui vivent ordinairement dans l'eau douce y sont peu nombreuses. Ce sont des larves de *Chironomus* et quelques *Pisidium*. Les types marins y sont représentés par des *Mysis chamæleon*, *Idothea tricuspidata*, *Melita palmata*, *Corophium longicorne*, Latr., *Gammarus locusta* et *marinus*, *Spheroma serratum* et *Rissoa labiosa*. Les *Palæmon varians* et *Philhydrus maritimus* y sont très abondants. Près du rivage, des plantes d'eau douce, des Scirpus et des Jones, sont très vigoureuses et s'accoutument très bien d'une existence dans l'eau saumâtre.

La mare située à l'ouest du Grand-Hâvre est moins étendue que la précédente ; l'eau de la mer y pénètre par infiltration. J'y ai trouvé de nombreuses larves de Diptères appartenant au moins à quatre espèces différentes, ainsi que celles d'un Hémiptère du genre *Corysa*, associées à des *Philhydrus*. Les *Melita palmata* et *Iæra Nordmanni* y sont très abondantes ainsi que les *Gammarus*. Dans la vase qui se trouve près des bords, j'ai trouvé plusieurs échantillons de *Nereis falsa*, Qf.

HERM.

L'île de Herm est située à 5 kilomètres de la côte orientale de Guernesey, dont elle est séparée par un étroit chenal, le *Petit-Russell*, où la mer présente des courants extrêmement violents. L'île de Herm n'offre qu'une largeur d'un kilomètre sur trois kilomètres de long. La côte, taillée à pic à l'Est et surtout au Sud, s'abaisse au contraire en pente douce vers le Nord et l'Ouest. La mer, en se retirant, découvre sur la côte occidentale une immense plage de sable qui s'étend, lors des grandes marées, jusqu'à une distance d'un kilomètre. Aussi la superficie de l'île se trouve-t-elle doublée à mer basse, et les contours de l'île sont très différents suivant le moment de la marée. Vers le Nord, la mer découvre une grève beaucoup moins étendue et parsemée de nombreux rochers.

Les communications avec l'île de Herm ne sont pas faciles, car les courants violents qui règnent autour de l'île ne permettent aux pêcheurs de s'y rendre à la voile que par des temps très favorables. Quant aux services à vapeur, ils sont peu nombreux et ne coïncident pas toujours avec le moment de la basse mer. Les quelques excursions que j'ai pu faire à l'île de Herm m'ont permis de reconnaître que cette station était d'une richesse exceptionnelle. J'aurais vivement désiré m'y installer pour quelques jours, mais il est impossible de trouver à s'y loger.

La partie occidentale de l'île offre, à mer basse, une plage immense formée d'un sable coquillier, et sur laquelle s'élèvent quelques rochers désignés sur les cartes marines sous les noms de *Vermerctte*, *Hermetier* et *Homet*. Dans cette grève vivent un grand nombre d'espèces d'animaux appartenant à des types très variés et dont on peut faire une abondante récolte en remuant le sable à la bêche. Dans la région N.-O. de l'île, au voisinage des rochers *Homet*, s'étendent de vastes prairies de zostères qui se continuent jusqu'au Nord de l'île, où elles font place à de nombreux rochers. Il y a donc lieu de distinguer trois régions distinctes, dans chacune desquelles la faune présente une physionomie particulière.

1° SABLES COQUILLIERS. — Ces sables sont formés par des débris de coquilles amenés par les courants violents qui règnent autour de Herm et qui sont rejetés par la mer à la côte où ils s'accumulent en quantité considérable. Ces débris se rencontrent aussi en certains points de la côte occidentale, mais ils n'abritent pas d'animaux ; en revanche, les coquilles sont beaucoup mieux conservées que sur la côte occidentale, car elles sont moins roulées par les vagues, et les conchyologistes pourraient y recueillir en peu de temps un grand nombre de formes intéressantes. Les coquilles qu'on trouve le plus souvent dans ce sable appartiennent aux espèces ci-dessous indiquées. Je donne l'énumération de ces espèces qui n'appartiennent pas en réalité à la faune de Herm, puisque ce sont des débris morts, pour montrer la variété des échantillons qu'on peut récolter dans ces sables.

Gastéropodes.

<i>Patella vulgata</i> , L.	<i>Lacuna pallidula</i> , D. C.
<i>Helcium pellucidum</i> , L.	<i>Littorina obtusata</i> , L.
<i>Tectura virginea</i> , Müll.	— <i>rudis</i> , Mat.
<i>Emarginella fissura</i> , L.	<i>Rissoa parva</i> , D. C.
<i>Fissurella græca</i> , L.	— <i>cingillus</i> , Mont.
<i>Calyptæa chinensis</i> , L.	— <i>cancellata</i> , D. C.
<i>Trochus magnus</i> , L.	<i>Odostomia lactea</i> , L.
— <i>cinerarius</i> , L.	<i>Natica catenata</i> , D. C.
— <i>umbilicatus</i> , Mont.	<i>Cerithium reticulatum</i> , D. C.
— <i>striatus</i> , L.	<i>Purpura lapillus</i> , L.
— <i>exasperatus</i> , Penn.	<i>Murex erinaceus</i> , L.
— <i>zizyphinus</i> , L.	<i>Lachesis minima</i> , Mont.
— <i>tumidus</i> , Mont.	<i>Nassa incrassata</i> , Ström.
<i>Phasianella pulla</i> , L.	<i>Cypræa europæa</i> , Mont.
<i>Lacuna divaricata</i> , Fabr.	<i>Dentalium tarentinum</i> , Lam.

Lamellibranches.

<i>Anomia ephippium</i> , L.	<i>Cardium fasciatum</i> , Mont.
<i>Pecten pusio</i> , L.	— <i>nodosum</i> , Turt.
— <i>varius</i> , L.	— <i>edule</i> , L.
— <i>opercularis</i> , L.	— <i>norwegicum</i> , Sp.
<i>Nucula nucleus</i> , L.	<i>Venus exoleta</i> , L.
<i>Pectunculus glycyremsis</i> , L.	— <i>casina</i> , L.
<i>Arca lactea</i> , L.	— <i>verrucosa</i> , L.
— <i>tetragona</i> , Poli.	— <i>ovata</i> , Penn.
<i>Lucina borealis</i> , L.	<i>Lima hians</i> , Gmel.

Un examen plus attentif permettrait sans doute de reconnaître encore beaucoup d'autres espèces.

L'ensemble des animaux qui vivent dans ces sables constitue une faune très remarquable.

Les Actinies sont représentées par des *Bunodes gemmacea*, *Sagartia bellis* et *Peachia undata*, Gosse. On sait que cette dernière espèce est assez rare. La figure qu'en donne Gosse est insuffisante, mais l'espèce de Herm se caractérise facilement par sa *conchula* à cinq lobes et par ses tentacules offrant des bandes circulaires. Les plus gros échantillons peuvent atteindre une longueur de 20 centimètres sur une largeur de 3 à 4 centimètres. Les téguments offrent une belle couleur rose avec des taches rouge-brique. La *Peachia* s'enfonce très profondément dans le sable. Pour la recueillir, il faut rechercher sur la plage le trou qui indique sa présence et enfoncer vivement la bêche pour ne pas laisser à l'animal le temps de se retirer plus bas. Les *Peachia* sont associées à des *Edwardsia* dont la colonne présente une couleur grise très claire, et des téguments délicats et transparents; ces *Edwardsia* doivent être rapportées à l'*E. Harrassii*, Qf.

Les ÉCHINODERMES sont surtout représentés par des *Spatangues* et des *Echinocardium flavescens*, Müll., qui sont enfouis dans le sable à une profondeur de dix centimètres. On reconnaît facilement leur gîte grâce au petit cône de sable qui les recouvre.

Les *Ech. flavescens* atteignent une taille remarquable; les plus gros n'ont pas moins de 7 à 8 centimètres de long sur 6 à 7 de large. Ils diffèrent des échantillons de la Méditerranée, d'abord par leur taille, puis par leur coloration qui est gris foncé, jamais rosée, de sorte que le nom d'*Amphidetus roseus* ne leur serait guère applicable¹. Je retrouve sur ces échantillons les petits pédicellaires à valves charnues, d'une couleur rouge foncé que j'ai signalés chez les *Echinocardium* de la Méditerranée. Les *Echinocardium* sont un peu moins fréquents que les *Spatangues* à Herm. Les *Synaptes* (*S. inhaerens*) sont très abondantes.

Un Némertien de très grande taille vit dans ces sables coquil-

1. Je ne serais pas éloigné de croire que ces *Echinocardium* de Herm doivent appartenir à une espèce réellement distincte de l'*Ech. flavescens*, et qu'ils constituent une nouvelle espèce.

liers ; son corps, d'une couleur foncée, presque noire, sauf à l'extrémité antérieure qui est plus claire, est aplati et a un centimètre de large au moins, et une longueur considérable. Un échantillon incomplet que j'avais extrait avec beaucoup de peine, avait 50 centimètres de long ; il s'est divisé spontanément et de suite en un grand nombre de petits fragments, comme le font les Synaptes. Cette Némerte est évidemment voisine, si elle ne lui est pas identique spécifiquement, de l'espèce du Pouliguen que Giard a décrite sous le nom d'*Avenardia Priei*. Tout ce que le savant professeur dit de cette espèce s'applique à l'animal de Herm ; il a remarqué que, « lorsqu'on le sort de l'eau, au lieu de s'étendre mollement comme le *Lineus*, l'animal se brise très rapidement en une multitude de fragments de plus en plus petits. Quand la division s'arrête, les fragments n'ont guère plus de deux centimètres de long, et chacun d'eux a pris une forme arrondie grâce à la contraction des muscles qui diminue peu à peu la surface vive de section et finit par la faire disparaître complètement », phénomènes que j'ai observés sur l'*Avenardia* de Herm.

Outre les *Nephtys Hombergii*, *Aricia Cuvieri*, *Arenicola piscatorum* et *Sthenelais Edwardsii*, certaines espèces intéressantes de POLYCHÊTES vivent dans le sable de l'île de Herm. Je mentionnerai une *Glycera* de grande taille que je rapporte à la *G. alba*, Ratke, et qui est très fréquente, ainsi que de nombreux Clyméniens : *Clymene lombricoides*, A. et E., *Leiocephalus coronatus*, Qf., *Arenia cruenta*, Qf., et *fragilis*, Qf. ; j'ai aussi capturé dans les endroits vaseux, près de la portion recouverte de zostères, quelques *Ammotrypane œstroides*, Ratke.

Parmi les Tubicoles, les *Terebella conchilega*, Pall., *Sabella pavonina*, Sav., et *arenilega*, Qf., sont très communes. Mais ce sont surtout les Chétoptères (*Ch. Valencinii*, Qf.) qui sont abondants dans toute l'étendue de la plage ; on les trouve presque à chaque pas, et jusque dans des points très rapprochés du rivage, qui découvrent à presque toutes les marées.

Quant aux DÉCAPODES, ils sont représentés par cinq espèces : *Thia polita*, *Corystes cassivelaunus*, *Callinassa subterranea*, *Gebia dellura* et *Axius stirhynchus*. Ces espèces, on le sait, sont toujours fouisseuses.

Les MOLLUSQUES sont aussi très abondants et appartiennent aux espèces suivantes : *Lutraria oblonga*, Chemn., *Solecurtus candidus*, Ren., *Tellina squalida*, Pult., *Solen ensis*, L., et *vagina*, L., *Pectunculus glycyremis*, L., *Psammobia ferroensis*, Chemn., *Mya truncata*, L., *Cardium norwegicum*, Sp., *Astarte triangularis*, Mont., *Donax politus*, Poli, *Mactra glauca*, Born., *Natica Alderi*, Forbes, et *Skenea planorbis*, Forbes.

L'Amphioxus lanceolatus est extrêmement commun dans les sables coquilliers, à la limite de la laisse des plus basses mers. Les échantillons sont toujours d'assez grande taille et atteignent une longueur de 6 centimètres.

J'ai enfin trouvé dans ces sables coquilliers un beau *Balanoglossus* dont j'ai déjà donné la description dans une note adressée à l'Académie des Sciences.

Le *Balanoglossus* de l'île de Herm est très long et d'assez forte taille. Comme il est extrêmement mou et que son corps est toujours allongé sauf vers son extrémité postérieure qui reste pelotonnée, il ne m'est jamais arrivé de recueillir un seul échantillon entier. La longueur moyenne des échantillons paraît être de 35 à 40 centimètres. Mais certains individus acquièrent une plus grande longueur, car j'ai recueilli des morceaux de tube digestif remplis de sable correspondant au segment situé au delà des appendices hépatiques, qui avaient à peu près 40 centimètres de longueur. La largeur est d'environ un centimètre au niveau du collier.

La trompe conique, d'un centimètre et demi de longueur quand elle est étendue, est d'une couleur jaune vif. La portion suivante du corps, ou branchio-génitale, qui s'étend jusqu'à la région hépatique, est d'une couleur rouge foncé qui passe au vert foncé au niveau des diverticulums hépatiques. La couleur verte se prolonge au delà du point où les diverticulums disparaissent, puis se perd peu à peu, et la dernière portion du corps, ayant 10 ou 20 centimètres de longueur, est tout à fait incolore.

Le collier a une longueur d'un centimètre. Son bord antérieur offre de petits lobes inégaux; son bord postérieur n'est séparé de la région branchiale que par un léger sillon transversal. La région du corps qui suit le collier est assez profondément excavée sur la

face dorsale ; la gouttière qu'on y remarque, très profonde au delà de la région branchiale, s'atténue peu à peu en arrière et disparaît un peu en avant de la région hépatique, où le corps est à peu près cylindrique. La région branchiale a une longueur d'un centimètre et demi environ. Sur la face dorsale, elle présente un triangle allongé dont le sommet est dirigé en arrière, limité de chaque côté par un léger sillon, et offrant vers son milieu un sillon longitudinal plus profond, duquel partent latéralement de petites rides très peu accusées, plus nombreuses que les lignes de séparation des anneaux du corps.

Les cœcums hépatiques, au nombre d'une quarantaine, sont de simples diverticulums de la paroi intestinale indépendants les uns des autres.

La région postérieure est irrégulière ou plus ou moins bosselée, suivant la quantité de sable grossier qu'elle renferme.

Ce *Balanoglossus*, comme toutes les espèces du même genre, sécrète, par ses glandes cutanées, un mucus très abondant. On sait que le mucus des *Balanoglossus* présente une odeur particulière et que cette odeur varie avec l'espèce. Ainsi une espèce trouvée par Giard aux îles des Glénans, en face de Concarneau, le *B. Robini*, sécrète un mucus communiquant à l'alcool une forte odeur de rhum. Dans l'espèce de Herm, ce mucus présente une odeur très marquée et tout à fait caractéristique d'iodoforme. Cette odeur est extrêmement tenace ; j'en ai encore retrouvé des traces sur des échantillons plusieurs fois changés d'alcool.

Comme ce *Balanoglossus* diffère par ses caractères de toutes les espèces décrites jusqu'à maintenant, je lui ai donné le nom de *B. sarniensis* pour rappeler la localité où je l'ai trouvé.

Le *B. sarniensis* paraît exister sur toute l'étendue de la plage à l'île de Herm, mais il ne paraît pas y être très répandu, car en remuant le sable à la bêche pendant deux heures, c'est-à-dire pendant tout le moment de la basse mer, je n'en rencontrais guère que deux ou trois échantillons. Rien d'ailleurs n'indique à l'extérieur la présence de *Balanoglossus* dans le sable, et je n'ai jamais remarqué ce tortillon de sable dont parle Giard et qui indique le gîte des *Balanoglossus* aux îles des Glénans.

2° Dans les zostères qui s'étendent jusqu'au nord de l'île vivent

quelques formes intéressantes, mais qui se trouvent aussi à Jersey et à Guernesey. Quelques Éponges (*Leucosolenia botryoides*, *Isodyctia fucorum*), des Ascidies composées (*Aplidium zostericola*, *Leptoclinium maculosum*, *asperum*, *gelatinosum*, *sabulosum*, *Didemnum sargassicola*, *Botrylloides* et *Botryllus*) y sont communes ; les Crustacés de petite taille (*Mysis vulgaris* et *chamæleon*, *Gastrosaccus sanctus*, *Cuma Audouini*, *Hippolyte varians*, et nombreux Amphipodes) y pullulent. Sur les zostères sont fixées de nombreuses Lucernaires (*L. octoradiata*, Lam.) ; je ne les ai observées que dans cette seule station.

3° Sous les pierres et sous les roches vers le nord et le nord-ouest de l'île se cache une faune très riche.

Parmi les CÉLÉNTÉRÉS citons : *Sagartia sphyrodeta*, *S. viduata*, Müll., *Aiptasia Couchii* et *Corynactis viridis*, Allm., représentés par plusieurs variétés qui tapissent la face inférieure des rochers en compagnie de l'*Alcyonium digitatum*, L.

Parmi les ÉPONGES : *Sycon ciliatum* et *tessellatum*, *Grantia compressa*, *Dictyocylindricus ramosus*, *Hymeniacidon carunculata*, *mammeata*, *Halichondria incrustans*, *H. panicea* et *Isodyctia simulans*.

Les Échinodermes sont représentés par des *Strongylocentrotus lividus*, assez commun, *Asterias glacialis*, qui se trouve sous presque toutes les pierres, *Ophiotryx fragilis*, *Ophiocoma neglecta* et *Comatula rosea*, espèces très répandues. Les *Cribella oculata* et *Asterias rubens* se rencontrent parfois sur le sable. L'*Echinocyamus pusillus*, Flem., est assez commun ; il se trouve aussi dans les zostères. Les *Cucumaria pentacles* ne sont pas rares. J'ai trouvé une fois dans un des renflements bulbeux qui sont à la base des Laminaires, un échantillon d'une Holothurie malheureusement égaré ; d'après la description que j'en ai conservée, je ne crois pas me tromper en le rapportant au *Psolinus brevis*, Forbes.

Les Turbellariés sont assez abondants : les *Leptoplana tremellaris* et *Prosthecaereus vittatus* sont fréquents ; les *Polycelis levigatus* et *Eurylepta cornuta* leur sont parfois associés, mais sont plus rares. Quant aux Némertes, je mentionnerai : *Lineus longissimus*, *Nemertes gracilis*, *Tetrastemma candidum* et des *Valencia*.

Les Polychètes sont représentés par presque toutes les espèces de Guernesey. J'indiquerai particulièrement une très grande espèce de *Lombriconereis*, ayant 6 à 7 millimètres de large, dont je n'ai malheureusement pas obtenu l'extrémité antérieure et que je rapproche du *L. gigantea* décrit par Quatrefages, et le *P. arcolatu*, Gr., que je n'ai pas observé à Guernesey. Quant aux autres espèces que j'ai rapportées de Herm, ce sont surtout : *Polynoe cirrata*, *Sthenelais Edwardsii*, *Eunice Harrassii*, *Marpysa sanguinea*, *Staurocephalus rubrovittatus*, *Lysidice ninetta*, *Lombriconereis contorta*, *Aonia foliacea*, *Cirratulus Lamarkii*, *Siphonostomum uncinatum*, *Nereis Dumerilei*, *Syllis amica*, *Eutalia clavigera*, *Phyllodoce laminosa*, *Eteone longa*, *Glycera capitata*, etc.

Le Crustacé le plus intéressant de cette région est l'*Alpheus ruber*, Edw. ; on sait que cette espèce est essentiellement méditerranéenne. Bell le décrit dans son ouvrage d'après un échantillon trouvé dans l'estomac d'une morue à Falmouth. L'*Alpheus* n'est pas abondant à Herm ; j'en ai cependant recueilli quelques échantillons. Il signale d'ailleurs sa présence par le bruit qu'il produit en faisant craquer l'article mobile de ses pattes ravis-seuses.

Avec l'*Alpheus ruber* j'ai rencontré : *Stenorhynchus phalangium*, *Inachus dorynchus*, *Pisa Gibbsii* et *tetraodon*, *Xantho florida*, *Pilumnus hirtellus*, *Pirimela denticulata*, *Portunus puber* et *Athanas nitescens*.

Parmi les Mollusques, je dois signaler deux Céphalopodes : *Ommastrephes sagittatus*, Lam., et *Eledone cirrhosa*, Lam. ; deux autres espèces paraissent aussi spéciales à l'île de Herm : *Galeomma Turtoni*, Turt., et *Lima hians*, Gmel.

Je n'ai pu malheureusement consacrer que quelques heures à mes recherches dans le Nord de l'île de Herm. D'abord, je ne pouvais me rendre à cette île aussi souvent que je l'aurais voulu ; de plus, j'ai surtout exploré les sables coquilliers dans le but de me procurer des *Balanoglossus* dont je tenais à posséder quelques échantillons qui pussent me permettre de faire, à mon retour en France, une étude anatomique de ce type intéressant. Mais les quelques indications, très incomplètes évidemment, que

je puis donner sur la faune de Herm, suffisent pour montrer que cette localité est d'une richesse vraiment exceptionnelle, et qu'elle procurerait aux zoologistes assez heureux pour pouvoir l'explorer à fond, des trouvailles extrêmement intéressantes.

La constitution géologique de l'île de Herm est peu différente de celle de Guernesey : dans le Nord, les rochers sont surtout granitiques et offrent quelques veines de syénite ; le Sud de l'île est surtout formé de gneiss.

SARK.

Aux espèces que j'ai trouvées en 1884 dans les grottes du Gouliot je dois ajouter plusieurs Éponges : *Geodia zellandica*, Johnst., *Tethya lyncurium*, Johnst., et *Collingsii*, Bow., *Microciona atrasanginea*, Bow., *Hymeniciadon mammeata*, Bow., *Isodyctia simulans*, Bow., et *Raphyrus Griffithsii*, Bow. ; quelques Actinies : *Actinoloba dianthus*, Ell., *Sagartia venusta*, Gosse, *S. viduata*, Müll., et *S. sphynodeta*, Gosse ; un Amphipode : *Nania tuberculosa*, Sp. B., et un Syllidien : *Tripanosyllis Krohnii*, Gr.

Les Mollusques ne sont représentés que par quelques formes assez communes : *Anomia ephippium*, L., *Modiolaria marmorata*, Forb., et *discors*, L., *Chiton discrepans*, Br., et *levis*, Mont., *Mytilus edulis*, L., var. *ungulata*, et *Doris tuberculata*, Cuv.

J'ai enfin trouvé dans les grottes plusieurs *Æpophilus Bonnairei* et des larves de cet intéressant Hémiptère.

LISTE COMPLÈTE DES INVERTÉBRÉS MARINS

RECUEILLIS AUX ILES ANGLO-NORMANDES EN 1884 ET 1885

Spongiaires.

- | | |
|--|--|
| <i>Sycon ciliatum</i> , Hæck., j, g, h, s ¹ . | <i>Hymeniacion mammeata</i> , Bow., |
| — <i>tessellatum</i> , Bow., g, h, s. | j, g. |
| <i>Grantia compressa</i> , Flem., j, g, h, s. | — <i>armatura</i> , Bow., j, |
| — <i>ensata</i> , Bow., g. | g, h. |
| <i>Leuconia nivea</i> , Grant., j, s. | — <i>celata</i> , Bow., j, g. |
| <i>Leucosolenia contorta</i> , Bow., s. | <i>Halichondria panicea</i> , Johnst., j, g, |
| — <i>botryoides</i> , Bow., j, | h, s. |
| g, h. | — <i>incrustans</i> , Johnst., |
| — <i>lacunosa</i> , Bow., g. | g, h. |
| <i>Leucogypsia Gossei</i> , Bow., s. | <i>Isodictia cinerea</i> , Bow., j, g. |
| <i>Geodia zellandica</i> , Johnst., s. | — <i>densa</i> , Bow., g, D. |
| <i>Caminus oculosus</i> , Grube, j, s. | — <i>simulans</i> , Bow., j, g, h, s. |
| <i>Polymastia mamillaris</i> , Bow., g, D. | — <i>fucorum</i> , Bow., j, g, h. |
| <i>Tethya lyncurium</i> , Johnst., j, s. | — <i>infundibuliformis</i> , Bow., |
| — <i>Collingsii</i> , Bow., s. | g, D. |
| <i>Dictyocylindricus ramosus</i> , Bow., | — <i>parasitica</i> , Bow., j, g. |
| j, g. | <i>Chalina cervicornis</i> , Bow., g. |
| <i>Microcionia armata</i> , Bow., j, g, D. | <i>Desidea fragilis</i> (?), Johnst., j. |
| — <i>atrasanguinea</i> , Bow., s. | <i>Verongia (rosea</i> ?), Barrois, j. |
| <i>Hymeniacion caruncula</i> , Bow., j, | <i>Raphyrus Griffithsii</i> , Bow., s. |
| g, h. | <i>Ophlitaspongia papillata</i> , Bow., g. |

Coelentérés.

- | | |
|---|---|
| <i>Aiptasia Couchii</i> , Gosse, g, h. | <i>Bunodes gemmacea</i> , Gosse, j, g, h. |
| <i>Actinoloba dianthus</i> , Ell., s. | <i>Sagartia parasitica</i> , Couch., j, g, h. |
| <i>Actina equina</i> , L. (<i>A. mesembryan-</i> | — <i>bellis</i> , Gosse (<i>Heliactis bel-</i> |
| <i>themum</i> , Ell. et Sol.), j, g, | <i>lis</i> , Ell.), j, g, h. |
| h, s. | — <i>venusta</i> , Gosse, s. |
| — <i>equina</i> , L., v. <i>fragacea</i> , g. | — <i>viduala</i> , Müll., s. |
| — <i>equina</i> , L., v. <i>olivacea</i> , etc., j. | — <i>sphyrodeta</i> , Gosse, g, s. |
| <i>Anemonia sulcata</i> , Penn. (<i>Anthea</i> | — — v. <i>candida</i> , j. |
| <i>cereus</i> , Hass.), j, g, h. | — <i>troglydites</i> , Goss., j, g, h. |
| <i>Teallia crassicornis</i> , Thomp., j, g, h. | <i>Adamsia palliata</i> , Johnst., j, D. |

1. Les lettres j, g, h, s, indiquent que les espèces signalées ont été trouvées aux îles de Jersey, de Guernesey, de Herm ou de Sark. Je marque de la lettre D les espèces qui ne se trouvent qu'à la drague. Les espèces marquées d'un astérisque m'ont été indiquées par M. Snel.

Edwardsia callimorpha, Goss., j, g.
 — *Harrassii*, Qf., h.
Corynactis viridis, Allm., h, s.
 — v. *smaragdina*.
 — *rhodoprasina*.
 — *chrysochlorina*

Corynactis viridis, Allm., v. *corallina*.
Peachia undata, Goss., h.
Caryophyllia Smithii, Stock., g, h.
Alcyonium digitatum, L., h, s.
Lucernaria octoradiata, Lam., j, h.

Echinodermes.

Strongylocentrotus lividus, Br., j
 (D), g, h.
Sphærechinus granularis, Ag., j (D).
Spatangus purpureus, Müll., h.
Echinocardium cordatum, Penn., g.
 — *flavescens*, Müll., h.
Echinocyamus pusillus, Flem., h.
Asteriscus verruculatus, Retz. (*Ast. gibbosa*), j, g, h.
Asterias glacialis, Müll., j, g, h.
 — *rubens*, L., j (D), g, h.
Solaster papposus, Retz, j, D.

Cribella oculata, Penn., j, g, h.
Palmipes membranaceus, Retz, j, D.
Luidia fragilissima, Forb., g, D.
Ophiotryx fragilis, Müll., j, g, h.
Ophiocoma neglecta, Johnst., j, g, h.
Ophiura albida, Forb., j, D.
 — *texturata*, Lam., j, D.
Antedon rosaceus, Link., j, g, h.
Cucumaria pentactes, Gunn., g, h.
 — *frondosa*, Müll., g.
Psolinus brevis, Forb., h.
Synapta inhærens, Düb. et K., j, g, h.

Vers.

Leptoplana tremellaris, Oerst., j, g, h.
Prosthecæreus vittatus, Lang. (*Procerus cristatus*, Qf.), j, g, h.
Oligocladus sanguinolentus, Qf., j.
Stilochoplana maculata, Stimps., j.
Polycelis levigatus, Qf., j, h.
Proceros argus, Qf., g.
Eurylepta cornuta, Müll., g, h.
Lineus longissimus, Simm. (*Borlasia Anglice*, Qf.), j, g, h.
 — *gesserensis*, Johnst., j.
Valencia splendida, Qf., j, g, h.
 — *longirostris*, Qf., j, g, h.
 — *ornata*, Qf., j, g, h.
Amphiporus lactifloreus, M. Sert. (*Ommatoplea rosea*, Johnst.; *Polla mandilla*, Qf.), j.
Nemertes gracilis, Qf., j, g.
Polia filum, Qf., j.
 — *sanguirubra*, Qf., j.
Terebratululus bitineatus, Ren., j.
Tetrastemma candidum, Müll., j, g, h.
Avenardia Priei, Giard, h.

Phascolosoma elongatum, Kef., j, g, h.
 — *margaritaceum*, Sars, j, g, h.
 —
Aphrodite aculeata, L., j, D.
 — *hystrix*, A. et E., j, D.
Polynoe cirrata, Müll., j, g, h.
 — *squamata*, Sav., j, g.
 — *areolata*, Grub. (*Antnoe nobilis*, Lank.), h.
Lagisca propinqua, Malmg. (*P. extenuata*, Gr.), j, g.
Harmothoe Malmgreni, Lank., g, h.
Sthenelais Edwardsii, Qf., j, g, h.
Eunice Harrassii, A. et E., j, g, h.
 — *Bellii*, A. et E., j.
Marphysa sanguinea, A. et E., j, g, h.
Staurocephalus rubrovittatus, Gr., g, h.
Lysidice nnetta, A. et E., j, g, h.
Lumbriconereis contorta, Qf., j, g, h.
 — *humilis*, Qf., j, g.
 — *gigantea*, Qf. (?), h.

- Nephtys Hombergii*, A. et E., j, g, h.
 — *scolopendroides*, D. Ch., j.
 — *longoselosa*, OErst., j.
Aonia foliacea, A. et E., j, h.
Cirratulus Lamarkii, A. et E., j, g, h.
Chloræma Dujardini, Qf., g.
Siphonostomum uncinatum, A. et E., j, g, h.
Nereis cultrifera, Grub., j, g, h.
 — *Dumerilei*, A. et E., j, g, h.
 — *Marionii*, A. et E., j.
 — *falsa*, Qf. (*Nereilepas parallelogramma*, Clp.), g.
 — *irrorata*, Mgr. (*Praxithea irrorata*), j.
Nereilepas lobulatus, Qf., j.
Leptonereis Vaillantii, St-Jos., j.
Syllis amica, Qf., j, g, h, s.
 — *divaricata*, Kef., j, g, s.
Grubea fusifera, Qf., j.
Claparedia filigera, Qf., j.
Tripanosyllis Krohnii, Gr., s.
Eulalia clavigera, A. et E., j, g, h.
Phyllodoce laminosa, Sav., j, g, h.
Eteone longa, Sav., j, g, h.
Glycera capitata, OErst., g, h.
 — *lapidum*, Qf., j.
 — *alba*, Ratk., h.
Chætopterus Valenciæi, Qf., g, h.
 — *Quatrefagesii*, Jourd., j, g.
Clymene lombricoides, A. et E., j, g, h.
Leiocephalus coronatus, Qf., h.
Arenia cruenta, Qf., h.
 — *fragilis*, Qf., h.
Petaloproctus terricola, Qf., j, g.
Arenicola piscatorum, Cuv., j, g, h.
 — *ecaudata*, Johnst., j, g, h.
Ophelia bicornis, Sav., j.
Ammotrypane æstroides, Ratk. (*Travisia Forbesii*, Johnst.), h.
Aricia Cuvieri, A. et E., j, g, h.
Leucodore ciliatus, Johnst., j.
Terebella conchilega, Pall., j, g, h.
 — *prudens*, Cuv., j.
 — *nebulosa*, Mont., j, g.
 — *Montagui*, Qf., g.
Sabella pavonina, Sav., j, g, h.
 — *verticillata*, Qf., j, g.
 — *arenilega*, Qf., j, g, h.
Protula protensa, Grub., j, g.
Filigrana...., s.
Salmacina Dysteri, Qf., j.
Vermilia conigera, Qf., j, g.
 — *tricuspis*, Qf., j, g.
Serpula fascicularis, Lam., j, g.
Spirorbis communis, Flem., j, g, h.
Argiope capsula, Jeffr., j.
Crisia denticulata, Lam., j, g, s.
 — *cornuta*, L., j, g, s.
Bugula avicularia, L., j, g.
Bicellaria ciliata, L., j.
Scrupocellaria scrupæa, Busk., j, g, s.
 — *reptans*, L., j.
Membranipora pilosa, L., j, g, s.
 — *membranacea*, j, g, h, s.
 — *lineata*, L., j.
Cellepora pumicosa, L., j, s.
Lepralia foliacea, Ell. et Sol., j, g, s.
Mucronella Peachii, Jhst., j, g, h, s.
 — *coccinea*, Hincks., j.
 — *variolosa*, Jhst., j.
Flustrella hispida, Fabr., j.
Bowerbankia imbricata, Ald., j, g, h.
Smittia reticulata, J. Mac., j.
Cribilina punctata, Hass., j.
Pedicellina cernua, Pall., j, g.
Loxosoma phascolosomatum, Vogt., j, g, h.

Ascidies.

- Ciona intestinalis*, L., j, g.
 — *v. canina*, j, g.
 — *v. fascicularis*, j, g.
Ascidia mentula, Müll., j, g, h.
Ascidia producta, Hanck., j, g.
Ascidella aspersa, Müll., j, g, h.
 — *scabra*, Müll., j.
Polycarpa glomerata, Ald., j, g.

Cynthia rustica, Müll., j, g, h, s.

— *granulata*, Ald., j, s.

— *sulcatula*, Ald., j, g, h.

Molgula arenosa, Ald., s.

— *socialis*, Ald., g.

Anurella roscovita, Lac., j.

Ctenicella lanceplainsi, Lac., j.

Clavelina lepadiformis, Wigm., j, g.

Perophora listeri, Müll., j, g.

Aplidium zostericola, Giard., j, g, h.

Amaroucium Nordmanni, Edw., j, g, s.

— *albicans*, Edw., j, g, s.

— *proliferum*, Edw., j, g.

Fragarium elegans, Giard., j, g.

Morchellium argus, Giard., j, g.

Leptoclinium maculosum, Edw., j, g.

— *asperum*, Edw., j, g.

— *durum*, Edw., j, g.

Leptoclinium Lacazii, Giard., g.

— *fulgidum*, Edw., j, g, h.

— *gelatinosum*, Edw., j, g.

— *sabulosum*, Giard., j, g, h.

Didemnum sargassicola, Giard., j, g, h.

Diplosoma Kähleri, Lah., j, g.

Botrylloides rotifera, Edw., j, g.

— *rubrum*, Edw., j, g.

Botryllus Schlosseri, Sav., j, g, h.

— *v. Adonis*, Giard., j, g.

— *pruinosis*, Giard., j.

— *smaragdus*, Giard., j, g.

— *violaceus*, Giard., j, g.

— *aurolineatus*, Giard., j, g.

— *rubigo*, Giard., j.

— *morio*, Giard., j.

Crustacés.

Stenorhynchus phalangium, Edw., j, g, h.

— *tenuirostris*, Bell., j, g.

— *egyptus*, Edw., j.

Acheus Cranchii, Leach., j.

Inachus dorynchus, Leach., j, g, h.

— *dorsellensis*, Leach., j.

* — *leptochirus*, Leach., j, D.

Pisa Gibbsii, Leach., j, g, h.

— *tetraodon*, Leach., j, h.

* *Hyas coarctatus*, Leach., j, D.

* — *araneus*, Leach., j, D.

Maia squinado, Latr., j, g.

Eurynome aspera, Leach., j, D.

Xantho florida, Leach., j, g, h.

— *rivulosa*, Edw., j, g.

Pilumnus hirtellus, Leach., j, g, h.

Cancer pagurus, Bell., j, g.

Pirimela denticulata, Leach., j, g, h.

Carcinus manas, Leach., j, g.

Ebalia Pennantii, Leach., j, D.

— *Bryerlii*, Leach., j, D.

— *Cranchii*, Leach., j, D.

Portunus puber, Leach., j, g, h.

— *corrugatus*, Leach., j, g.

Portunus arcuatus, Leach., j, g.

— *holatus*, Fabr., j.

— *pusillus*, Leach., j.

— *depurator*, Leach., j, g.

— *marmoreus*, Leach., j.

* *Portumnus variegatus*, Leach., j, D.

Pinnotheres pisum, Latr., j, g.

* *Dromia vulgaris*, Edw., j.

Gorystes cassivelaunus, Penn., j, g, h.

Porcellana platycheles, Lam., j, g.

— *longicornis*, Edw., j, g, h.

Thia polita, Leach., j, h.

Gebia deltura, Leach., j, g, h.

Callianassa subterranea, Leach., j.

Axius stirrhynchus, Leach., j, g, h.

Pagurus Bernhardus, Fabr., j, g.

— *cuanensis*, Thomp., j, D.

— *Hyndmanni*, Thomp., j, D.

Eupagurus Prideauxii, Leach., j, D.

Homarus vulgaris, Edw., j, g.

Palinurus vulgaris, Latr., j, g.

Scyllarus arctus, Röm., g, D.

Galathea squamifera, Leach., j, g.

— *strigosa*, Fabr., j.

— *Andrewsii*, Nor., j, D.

- *Galathæa nexa*, Embl., j, D.
Palæmon serratus, Fabr., j, g.
 — *squilla*, Fabr., j, g.
 — *varians*, Leach., j, g.
Crangon vulgaris, Fabr., j, g.
 — *fasciatus*, Risso, j, g.
 — *sculptus*, Bell., j.
 — *bispinosus*, Westw., j.
 — *trispinosus*, Hailst., j.
Nika edulis, Risso., j.
Pandalus annulicornis, Leach., j, D.
Athanas nitescens, Leach., j, g, h.
Hippolyte varians, Leach., j, g.
 — *Cranchii*, Leach., j, D.
 — *viridis*, Edw., j, g.
**Lysmata seticaudata*, Risso., j.
Alpheus ruber, Edw., h.
Mysis chamæleon, Thomp., j, g.
 — *vulgaris*, Thomp., j, g.
 — *Griffithsia*, Bell., j.
Temisto brevispinosus, Goods., j, g.
**Cynthia Flemmingii*, Goods., j.
Thysanopoda Couchii, Bell., j.
Cuma Edwardsii, Bell., j.
Sphinoe serrata, Norm., j.
 — *trispinosa*, Goods., j.
Gastrosaccus sanctus, Ben., j, g, h.
Squilla Desmarestii, Risso., j.

Talitrus locusta, Latr., j, g, h.
Orchestia mediterranea, Costa., j, g.
 — *littorea*, Leach., j, g.
Nicæa Lubbockiana, Sp. B., j, s.
Montagua monocolodes, Sp. B., j, g, s.
 — *marina*, Sp. B., j, g, s.
Ampelisca Gaimardii, Kr., j.
Anonyx Edwardsii, Kr., j, g, h.
Dexamine spinosa, Leach., j, g.
Atylus Swammerdamii, Sp. B., j, g.
 — *bispinosus*, Sp. B., j, g, h.
Pherusa fucicola, Leach., j, g, h.
 — *bicuspis*, Edw., j.
Iphimedia obesa, Ratke., j.
Leucothoe articulosa, Leach., j, g.
Aora gracilis, Sp. B., j, s.
Gammarella longicornis, Kœhl., j.
Melita palmata, Leach., j, g.

Mæra grossimana, Leach., j, g, h.
Erysthæus erythropthalmus, Sp. B., j.
Amathila Sabini, Leach., j.
Gammarus marinus, Leach., j, g, h.
 — *locusta*, Fabr., j, g, h.
Amphitoe littorina, Sp. B., j, g.
 — *gammaroides*, Sp. B., j, g.
Podocerus falcatus, Sp. B., j, g, h, s.
 — *capillatus*, Ratk., j, s.
Chelura terebrans, Philip., j.
Microdeutopus grillotalpa, Costa., j, g, s.
 — *Websterii*, Sp. B., j, s.
Corophium longicorne, Latr., g.
Syphonæcetes typicus, Kr., j.
Exunguia stillipes, Nordm., s.
Nænia tuberculosa, Sp. B., s.

Spheroma serratum, Fabr., j, g, h.
 — *prideauxianum*, Leach., j, g, h.
Dynamene viridis, Leach., j, g.
 — *Montagui*, Leach., j, g.
Cymodoce truncata, Leach., j, g.
Nesaea bidentata, Leach., j, g.
Idothea tricuspidata, Desm., j, g, h.
 — *pelagica*, Leach., j.
 — *linearis*, L., j, g, h.
 — *acuminata*, Leach., j, g.
 — *appendiculata*, Risso., j.
 — *emarginata*, Fabr., j.
Limnoria lignorum, Ratk., j.
Janira maculosa, Leach., j, g, h.
Cirolana Cranchii, Leach., j.
Conilera cylindracea, Mont., v. *punctata*, j.
Ligia oceanica, Fabr., j.
Iæra Nordmanni, Ratk., j, g, s.
Iæropsis brevicornis, Kœhl., s.
Bopyrus squillarum, Latr., j, g, h.
Anilocra mediterranea, Leach., j, g.
Paranthura Costana, Sp. B., j, g, h.
Apseudes talpa, Leach., j, s.
Tanais villatus, Lilljb., j, g, s.
Leptochelia Edwardsii, Kr., j, g, s.
Paratanais forcipatus, Lilljb., j, g.

Anceus maxillaris, Mont., j, g.

Praniza cerulea, Desm., j, g.

Protella phasma, Sp. B., j.

Caprella hystrix, Kr., j, g, s.

— *linearis*, Edw., j, g.

Nebalia Geoffroyi, Edw., j, g, h.

AUTRES ARTHROPODES.

Æpus Robiniti, Lab., j.

Ochtebius Lejollsi, Leach., j.

Æpophilus Bonnairei, Sign., j, s.

Corysa sp., g.

Philhydrus maritimus, Oliv., g.

Larves de *Diptères*.

Ammonothea longipes, Hodg., j, g, s.

Pygogonum littorale, Ström., j, g.

Halacarus, sp. ?

Mollusques.

(A ajouter aux listes de M. Duprey.)

Doris flammea, A. et H., j, g.

— *tuberculata*, A. et H., j, g, s.

— *Johnstoni*, A. et H., j, g.

Eolis Cuvieri, Lam., j, g.

Triopa claviger, Müll., j, g.

Pleurobranchus membranaceus,
Mont., j, g, h.

Rissoa cimicoides, Forb., g.

Scaphander lignaria, L., g, h.

Scalaria Turtonis, Turt., g, h.

— *clathratula*, Adams, g.

Odostomia conspicua, Ald., g.

— *excavata*, Philip., g.

Odostomia scalaris, Philip., g.

Galeomma Turtonis, Turt., h.

Nassa pygmaea, Lam., g.

Defrancia gracilis, Mont., g, h.

— *reticulata*, Ren., g, h.

Pleurotoma attenuata, Mont., g.

Cylichna cylindracea, Brugn., g.

Dentalium tarentinum, Lam., g, h.

Lima hians, Gmel., h.

Tapes virgineus, L., v. *sarriensis*, g.

Ommastrephes sagittatus, Lam., h.

Eledone cirrhosa, Lam., h.

Chordata.

Balanoglossus sarriensis, Köhl., h.

Amphioxus lanceolatus, Yar., h.

TRACÉ D'UNE COURBE

DONNANT

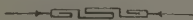
LA TEMPÉRATURE MOYENNE

DE TOUS LES POINTS SITUÉS SUR UN MÊME MÉRIDIEN

ÉQUATEUR ANALLOTHERMIQUE

Par M. C. MILLOT

ANCIEN OFFICIER DE MARINE, CHARGÉ D'UN COURS COMPLÉMENTAIRE DE MÉTÉOROLOGIE
A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY



Pour représenter plus complètement la répartition des températures moyennes à la surface du globe, j'ai imaginé de joindre aux cartes d'isothermes des diagrammes donnant la température moyenne de tous les points situés sur un même méridien, en choisissant, à cet effet, des méridiens le long desquels la distribution des températures offre des particularités remarquables.

Voici comment on obtient ces figures :

Tracez un cercle de rayon quelconque, qui représentera un méridien terrestre, celui de Paris, par exemple (0° — 180°). Marquez sur la circonférence de ce cercle, chacun à sa latitude, les points où les différentes lignes isothermes coupent ce méridien. Adoptez une échelle quelconque, celle de 1 millimètre pour 1° centigrade, par exemple, et, de chaque point, menez dans la direction du rayon une ligne d'une longueur correspondante à la température. Les températures supérieures à zéro seront portées extérieurement à la circonférence, celles au-dessous de zéro le

seront en dedans. En joignant par un trait continu les extrémités de toutes ces lignes, on obtiendra une courbe fermée qui représentera l'allure de la température moyenne tout le long du méridien de Paris et pourra fournir la température moyenne des points intermédiaires à ceux qui ont servi à tracer ce diagramme. Une telle courbe donne ce que l'on pourrait appeler la *pente thermométrique* sur le méridien considéré.

On peut ainsi tracer non seulement la courbe de température moyenne sur tel ou tel méridien, mais aussi celle que fournit l'intersection du méridien avec les lignes *isothermes*, ou moyennes de juillet, et avec les lignes *isochimènes*, ou moyennes de janvier.

I.

La figure 1 (voir ci-contre) représente l'allure de la température moyenne annuelle le long du méridien de Paris ; l'étude de cette courbe donne lieu aux remarques suivantes :

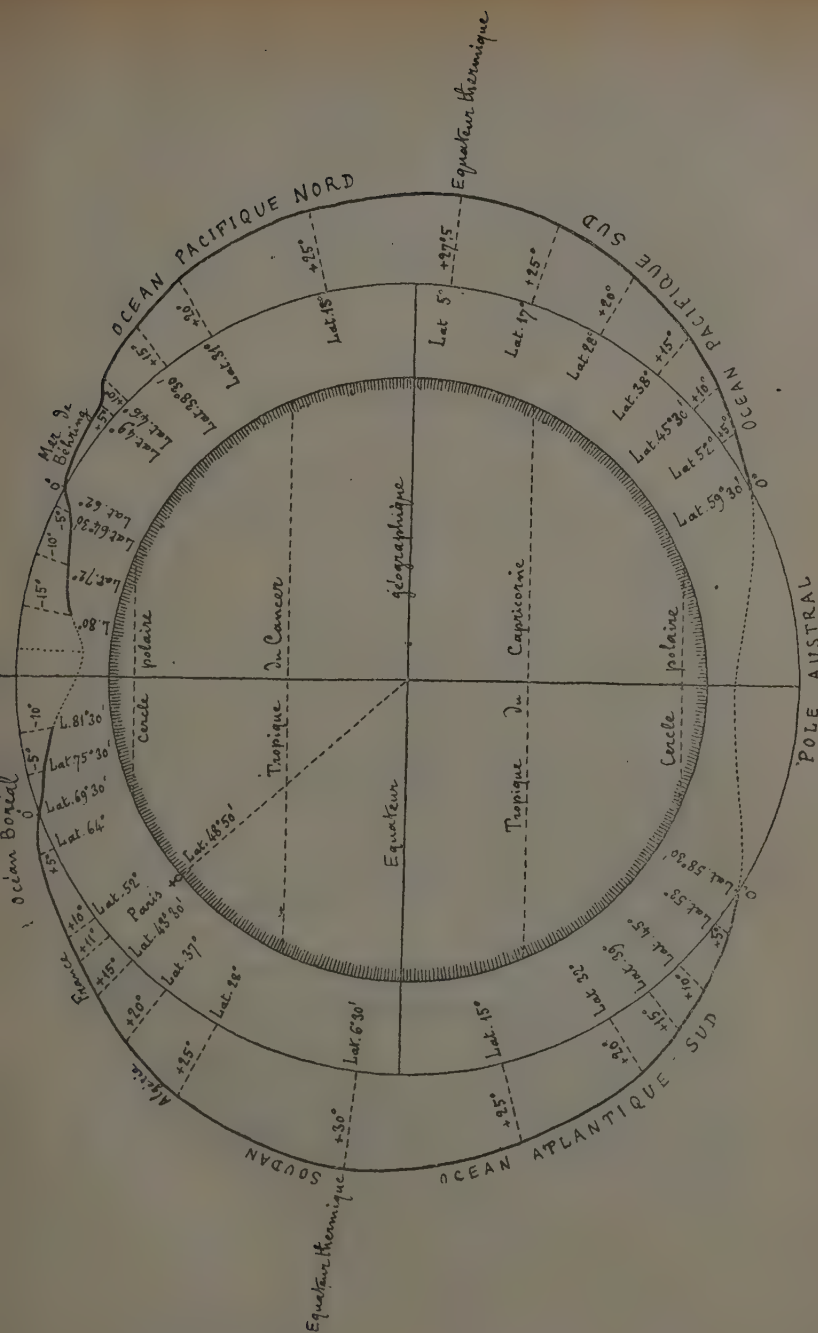
1° Grâce au Gulf-stream, l'isotherme de zéro coupe le méridien de Paris au nord du cercle polaire, de sorte que le pôle de froid est rejeté de l'autre côté du pôle, vers l'Asie ;

2° Sur le 180° méridien, la majeure partie des eaux du *Kuro-Sivo* ou Gulf-stream du Pacifique est arrêtée par la barrière des îles Aléoutiennes et ne pénètre pas dans la mer de Behring, ce qui est indiqué très nettement par la courbe ; de plus, l'isotherme de zéro coupe le méridien au sud du cercle polaire ;

3° Sur le méridien de Paris, l'équateur thermique, à cause de l'influence des masses continentales, passe bien au nord de l'équateur géographique : il coupe le méridien zéro par 6°30' de latitude, ce qui correspond à peu près au rivage nord du golfe de Guinée ;

4° Sur le 180° méridien, au contraire, l'équateur thermique tombe au milieu de l'océan Pacifique et passe à 5 degrés au sud de l'équateur. En ce point, la température moyenne n'est que de 27°5, tandis qu'elle est de 30° au croisement de l'équateur thermique avec le méridien de Paris ;

5° Dans l'hémisphère sud, qui est exclusivement océanique sur le méridien de Paris, la décroissance de la température vers le



Courbe donnant la température moyenne annuelle en chacun des points du méridien de Paris.
Echelle : 0mm,5 pour 1° centigrade.

pôle est beaucoup plus uniforme et les deux portions de la courbe sont à peu près symétriques par rapport à l'axe de la terre ; il y a tout lieu de supposer que le pôle de froid austral coïncide avec le pôle géographique, ou s'en écarte très peu ;

6° Le segment de la sphère compris entre les isothermes de 25° est beaucoup plus large sur le méridien de Paris que sur le 180° et sa majeure partie est située au nord de l'équateur : c'est là l'effet du continent africain.

II.

La courbe de la figure 2 donne la température moyenne annuelle en chacun des points du méridien 105° Ouest — 75° Est qui passe par le pôle de froid américain. Voici ce qu'elle offre de particulier :

1° Le pôle de froid ne se trouve plus du côté de l'Asie et c'est à gauche de l'axe terrestre qu'on remarque la plus forte dépression de la courbe. L'isotherme de zéro coupe le 105° méridien par une latitude assez basse, 53°30' ;

2° L'équateur thermique coupe ce méridien dans l'océan Pacifique, au sud du Mexique ; la température moyenne est de 28° à leur point de rencontre qui se trouve à 8 degrés au nord de la ligne équinoxiale ;

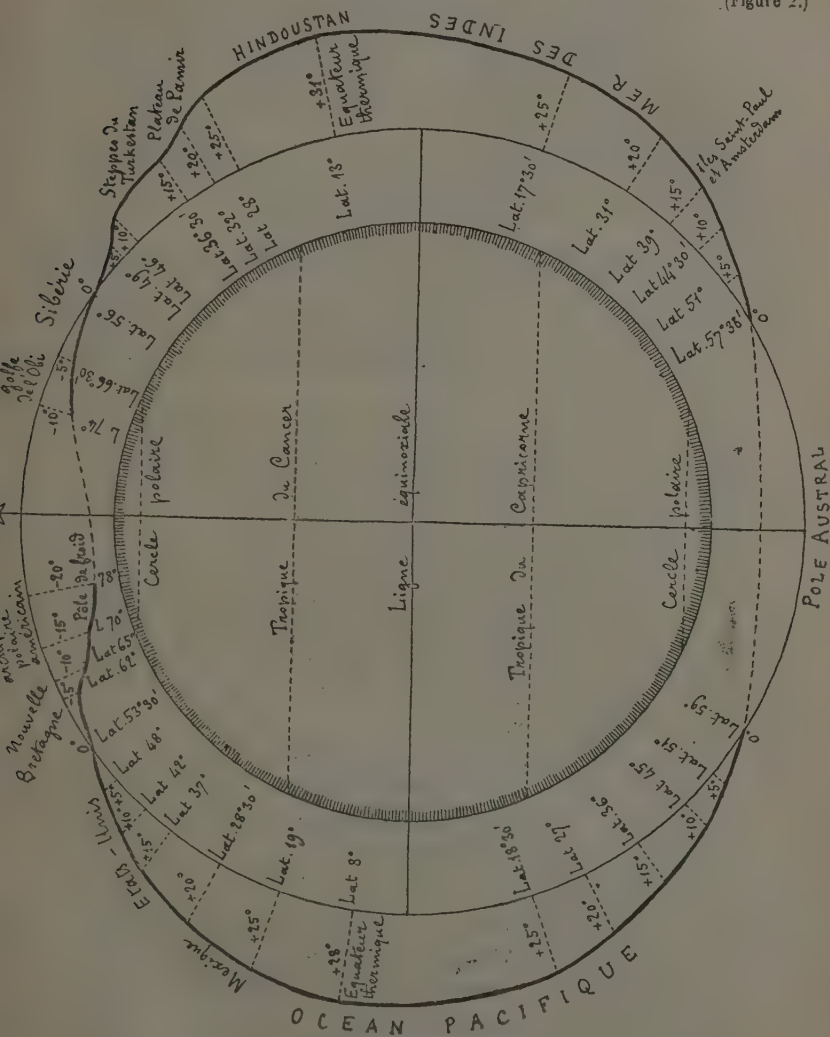
3° Quant à la portion de la courbe qui se trouve dans l'hémisphère sud, elle présente la plus grande régularité, car elle passe tout entière sur les océans ;

4° Sur le méridien asiatique de 75° Est, l'équateur thermique remonte jusque par 13° de latitude nord, et comme il passe en Hindoustan, la température moyenne y atteint 31° ;

5° La courbe fait voir aussi l'abaissement de la température moyenne que l'on observe sur le haut plateau de Pamir et les steppes du Turkestan, et plus encore celui qu'on trouve en Sibérie.

Courbe donnant la température moyenne annuelle de tous les points situés sur le méridien 105° Ouest — 75° Est, qui passe par le pôle de froid américain.

(Figure 2.)



Echelle : 0mm,5 pour 1° centigrade.

III.

La figure 3 nous ramène au méridien de Paris ; les deux courbes qu'elle représente ont été tracées en se servant des points d'intersection des *isothermes* et des *isochimènes* avec ce méridien et de la valeur des températures moyennes de juillet et de janvier en chacun de ces points.

Ce diagramme nous offre, d'une façon plus accentuée encore, les particularités déjà remarquées sur la figure 1. On y constate en outre :

1° Le bombement de la courbe des températures de juillet au-dessus du Soudan et du Sahara ;

2° Le Gulf-stream coupant obliquement le méridien de Paris, on voit, en janvier, la température baisser brusquement au nord de ses eaux chaudes ;

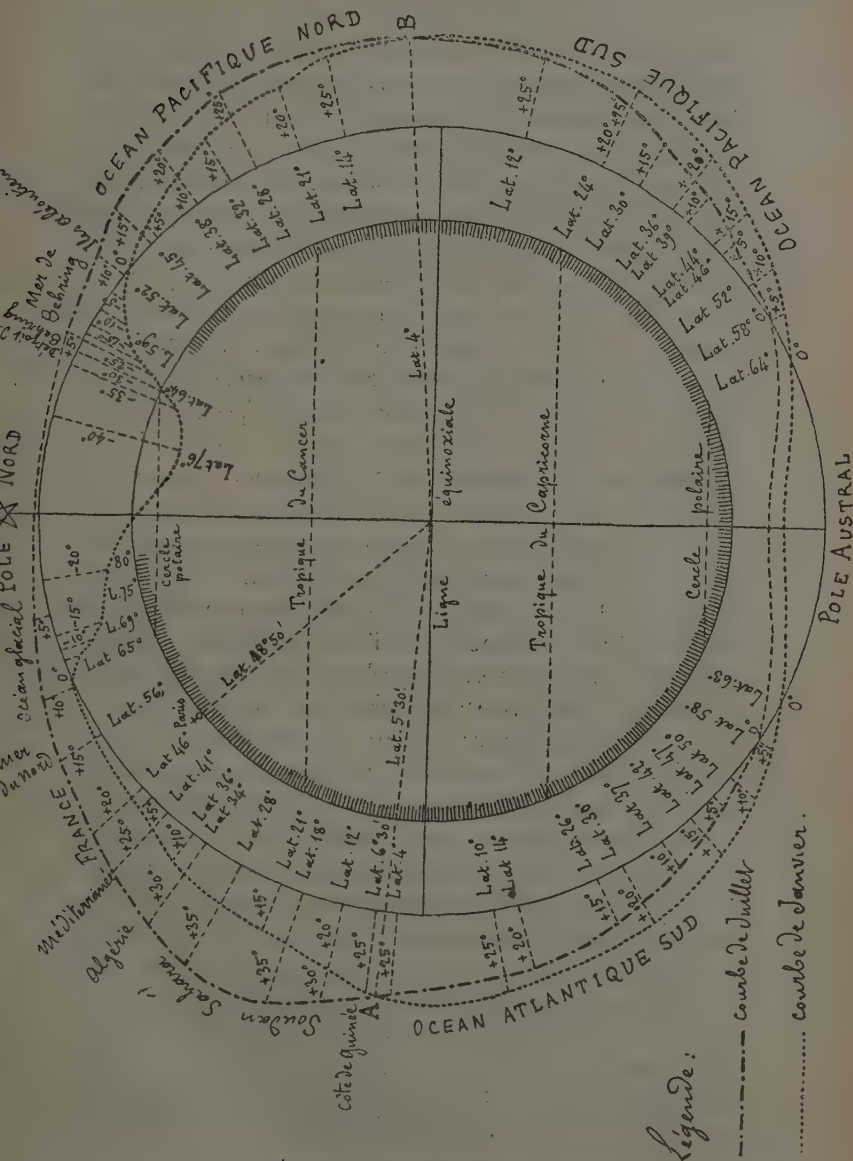
3° Le méridien 180 passe non loin du pôle de froid asiatique, aussi voit-on la plus forte dépression de la courbe de janvier descendre jusque par 76 degrés de latitude et indiquer en ce point une température de 40 degrés au-dessous de zéro ;

4° La courbe de juillet est extérieure à celle de janvier dans l'hémisphère nord et intérieure dans l'hémisphère sud, puisque les saisons sont opposées des deux côtés de l'équateur. On remarque dans l'hémisphère nord, où sont massés tous les continents, un bien plus grand écart entre les deux courbes et plus d'irrégularité dans leur tracé ;

5° Dans l'hémisphère austral, au contraire, presque en entier océanique, les deux courbes sont régulières et peu distantes l'une de l'autre, faisant bien voir ainsi l'influence puissante des grandes masses d'eau pour uniformiser les climats ;

6° Bien qu'on manque de données suffisantes pour pouvoir tracer les courbes de juillet et de janvier jusqu'au voisinage du pôle austral, l'allure et la direction qu'elles possèdent vers le 60° degré de latitude sud semblent confirmer l'opinion qui a cours aujourd'hui parmi les météorologistes et les marins, à savoir qu'au pôle austral la température doit être moins froide en hiver qu'au pôle nord, mais aussi qu'elle doit moins se relever en été qu'elle ne le fait à l'extrémité opposée de la terre.

Courbes donnant les températures moyennes des mois de janvier et de juillet en chacun des points
du méridien de Paris. (Figure 3.)



Échelle : 0mm,5 pour 1° centigrade.

IV.

Équateur anallothermique. — On trouve sur les cartes d'isothermes la trace de tous les faits qui viennent d'être énumérés, mais il était intéressant de les mettre en relief au moyen d'un autre mode de représentation. Ce n'est pas la seule utilité de ces diagrammes : la figure 3 indique, à défaut d'observations directes, quels sont les points du méridien de Paris où la température varie le moins possible dans le cours de l'année, car il n'existe pas de régions du globe à température absolument constante. Ces deux points, A et B, se trouvent à l'intersection des deux courbes de janvier et de juillet : le premier, par une latitude de $5^{\circ}30'$ N., est situé au large de Whydah, dans le golfe de Bénin ; le second, à quatre degrés au nord de l'équateur, tombe en plein océan Pacifique.

Comment la température varie-t-elle dans ces localités où la moyenne de janvier est égale à celle de juillet ?

En tous les points de notre planète situés en dehors des tropiques et sous les tropiques eux-mêmes, ce sont les mois de janvier et de juillet qui fournissent les moyennes mensuelles extrêmes de la température. Autrement dit, il n'y a par an qu'un maximum et un minimum. Il n'en est plus de même dans les localités situées auprès de l'équateur. Le soleil coupe deux fois par an la ligne équinoxiale, c'est donc aux équinoxes, ou plutôt un peu après ces époques, que les points de latitude zéro doivent avoir leur température maxima. Aux solstices, le soleil se trouve sur l'un ou l'autre tropique, à sa plus grande distance de la ligne équinoxiale, c'est donc un peu après ces époques que les points équatoriaux doivent avoir leur température minima. On doit constater, par conséquent, chaque année, dans les localités situées sous l'équateur, deux maxima et deux minima de température. Mais il faut considérer que le soleil ne s'éloignant jamais beaucoup de la ligne, les écarts de température sont peu considérables. En outre, cet astre, dans son mouvement en déclinaison, entraîne après lui l'anneau de nuages, qui fait le tour de la terre au-dessus de la zone des calmes, et produit les averses diluviennes et les orages

qui constituent l'hivernage des contrées équatoriales¹. Qu'arrive-t-il alors ? C'est qu'au moment où la température devrait s'élever, par suite de la présence du soleil au zénith de l'observateur, le ciel se couvre, la pluie et les orages viennent atténuer ou même annuler les effets de la radiation verticale, malgré l'énorme dégagement de chaleur de vaporisation qui se fait dans cette circonstance. Aussi, bien que la théorie n'indique pas de points où la température soit absolument constante, il y a cependant des localités où les variations de la température sont insignifiantes. Au Gabon², par exemple, où j'ai passé les deux années 1868 et 1869, la température moyenne est 29°, avec des écarts ne dépassant pas 27° et 31°³.

Si la terre présentait une surface homogène, tous ces points de moindre variation annuelle de la température seraient exactement situés sous l'équateur, et c'est de part et d'autre de l'équateur qu'on verrait la température marcher en sens inverse dans les deux hémisphères, en offrant des écarts croissant avec la latitude. Autrement dit, c'est sur la ligne équinoxiale que se couperaient les deux courbes de température moyenne de janvier et de juillet, menées le long d'un méridien. Mais, de même que l'inégale distribution des terres et des océans donne un tracé sinueux à l'équateur thermique et le rejette, pour sa plus grande partie, dans l'hémisphère nord, la ligne qui reliera tous les points où la variation annuelle de la température est minimum, différera aussi de l'équateur géographique. Afin d'abrégier, j'appelle cette ligne l'*équateur anallothermique*⁴.

Pour l'obtenir, il n'y a qu'à construire les courbes de janvier et de juillet sur un grand nombre de méridiens, noter les coordonnées géographiques de leurs points d'intersection, porter ces points sur un planisphère et les réunir par un trait continu. C'est en opérant ainsi que j'ai mené la courbe figurée sur la carte ci-après.

1. Cet anneau de nuages est le *Cloud-ring* des Anglais et le *Pol au noir* des marins français.

2. Par 0°21' de latitude N.

3. Ces contrées, où la même chaleur règne sans répit, avec deux saisons pluvieuses, sont à juste titre redoutées des Européens.

4. α privatif, ἀλλοιω je change.

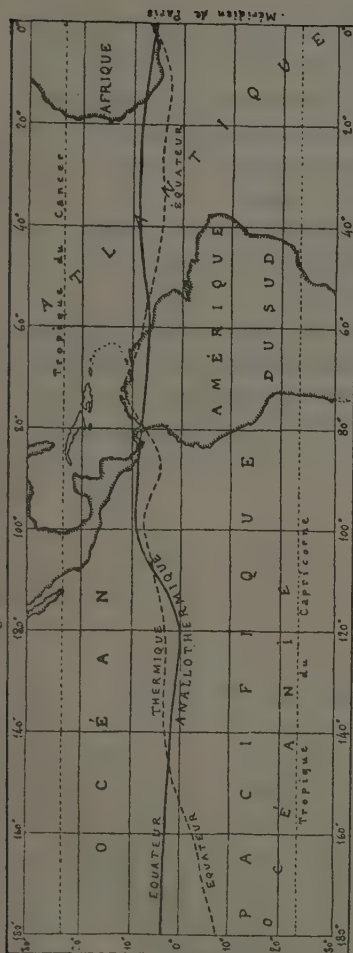
Voici les latitudes des points où l'équateur anallothermique coupe les méridiens espacés de vingt degrés :

Longitudes.	Latitudes.	Contrées.
180°	4° N	Océan Pacifique.
160° Ouest	3° N	
140° Ouest	2° N	
120° Ouest	0° (équateur) .	
100° Ouest	9° N	
80° Ouest	8° N	Panama, Colombie, Venezuela.
60° Ouest	7° N	
40° Ouest	9° N	Océan Atlantique.
20° Ouest	8°30' N	
0° (Paris)	5°30' N	Continent africain.
20° Est	1°30' N	
40° Est	0°30' S	
60° Est	7° N	Mer des Indes, mer d'Oman, Hindoustan, golfe du Bengale.
80° Est	9°30' N	
100° Est	8° N	Presqu'île de Malacca, golfe de Siam.
120° Est	6° N	Mer de Célèbes.
140° Est	8°30' N	Océan Pacifique.
160° Est	6° N	

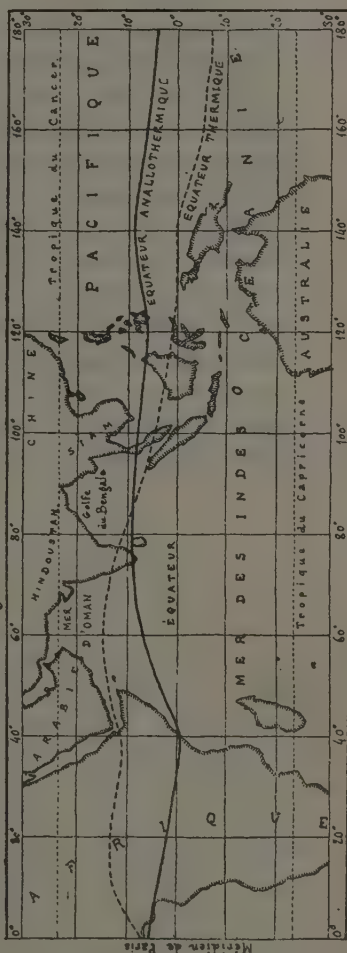
Ainsi qu'on peut le voir, l'équateur anallothermique est situé à peu près en entier au nord de l'équateur géographique, à cause du bombement que les continents, massés dans l'hémisphère nord, produisent dans la courbe de la température moyenne de juillet le long de la plupart des méridiens. La ligne anallothermique se rapproche de la ligne équinoxiale sur l'océan Pacifique, mais elle se relève au-dessus des mers les plus chaudes, telles que la mer des Indes et l'Atlantique tropical ; nulle part elle ne s'écarte à plus de dix degrés de l'équateur géographique.

On voit aussi que l'équateur anallothermique diffère beaucoup de l'équateur thermique, qui relie tous les points possédant la température moyenne la plus élevée ; néanmoins ces deux courbes présentent de nombreux points d'intersection. Cela se conçoit très bien : une température moyenne donnée peut être la résultante de grandes comme de petites variations dans l'étendue de la colonne thermométrique. On constate, du reste, que le plus grand écart a lieu sur le quarantième méridien oriental, où l'équateur anallothermique descend, sur la côte orientale d'Afrique, un peu au sud de la ligne équinoxiale, tandis que l'équateur ther-

Longitudes occidentales



Longitudes orientales



mique remonte au nord du dixième parallèle, et va passer sur le golfe d'Aden, qui est bordé de régions désertiques, où la sécheresse de l'air occasionne des écarts de température relativement considérables, eu égard à la latitude.

Bibliographie. — Pour construire les figures 1 et 2, ainsi que pour tracer l'équateur thermique, je me suis servi de la carte n° 5 de l'*Atlas du Cosmos*, édité par L. Guérin en 1867, pour accompagner les œuvres d'Alexandre de Humboldt et de François Arago. Les cartes de cet atlas de physique du globe ont été dressées par M. Vuillemin, sous la direction de M. Barral.

Pour la figure 3, j'ai consulté les cartes isothermiques 24 et 25 du *Traité de météorologie* de Mohn, édition française, 1884 (traduction de M. Decaudin Labesse).

Pour construire les neuf figures qui m'ont fourni 18 points d'intersection de l'équateur anallothermique avec les méridiens, je me suis servi des excellentes cartes d'isothermes que M. Teisserenc de Bort a publiées, en 1881, dans les *Annales du Bureau central météorologique*.



NOTE SUR LA DÉCOUVERTE DE PHOSPHORITES

AU KEF EL HAMMAM

PRÈS FÉRIANA (TUNISIE OCCIDENTALE)

Par M. THOMAS

MÉDECIN VÉTÉRINAIRE EN PREMIER AU 10^e HUSSARDS

AVEC UNE ANALYSE DE CES PHOSPHORITES

Par M. KLOBB

CHARGÉ DE COURS A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

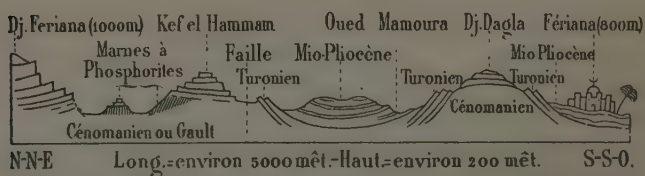


I.

Le village tunisien de Fériana, situé par 38°85' de latitude Nord et 6°90' de longitude Est, se trouve dominé par une chaîne de montagnes courant de l'Ouest-Sud-Ouest à l'Est-Nord-Est et se rattachant, d'une part, au massif du Djebel Safsaf sur la frontière algérienne, d'autre part, au massif du Selloum et du Nouba qui termine cette chaîne au Nord-Est. Dans la constitution de cette longue chaîne entrent surtout des roches calcaires et dolomitiques, appartenant aux formations de la craie moyenne et supérieure. A la base même du Djebel Dagla, au revers méridional duquel est adossé le village de Fériana, j'ai reconnu les marnes bariolées et gypsifères du cénomanien supérieur d'Algérie, caractérisé par *Ammonites c. f. inflatus*, Sowerby (fragments), *Cardium Pauli*, *Plicatula Regnesi* et *Ostrea rediviva*, Coquand,

Holactypus excisus, Cotteau, *Echinobrissus angustior*, Gauthier. Ces mêmes marnes sont flanquées, au Nord et au Sud, de puissants calcaires dolomitiques que j'ai tout lieu de croire turoniens.

A une petite distance, au Nord de ce ridement méridional, dont l'altitude ne dépasse pas 900 mètres, se dresse un ridement parallèle constituant la chaîne principale sous les noms de Djebel Metechma (1,121 mèr.) et Kef el Hammam, qu'une étroite vallée, parcourue par l'oued Mamoura de l'Ouest à l'Est, sépare du Djebel Dagla. Le nom de Kef el Hammam signifie « le rocher des eaux » et ce nom se trouve justifié par l'émergence, à sa base méridionale, des abondantes et belles sources qui alimentèrent l'antique cité romaine nommée Thelepte, dont les ruines immenses s'étendent tout près de là, sources qui, aujourd'hui encore, font vivre le village de Fériana. C'est au pied et sur le versant Nord du Kef el Hammam que j'ai découvert les phosphorites fossiles qui sont l'objet de cette note. La coupe ci-dessous, en précisant la station de ce gisement, montrera les relations géologiques du Kef el Hammam avec les diverses parties constituant de la chaîne principale dont il fait partie.



C'est dans des marnes calcaires jaunâtres et grumeleuses, d'une puissance visible d'environ 2 mètres, que j'ai recueilli, à la base septentrionale du Kef el Hammam, de nombreux moules internes de coquilles fossiles en grande partie formés de phosphate de chaux. Ces moules ne sont malheureusement pas déterminables spécifiquement, on peut seulement reconnaître qu'ils appartiennent à des brachiopodes, à des gastéropodes et à des échinides appartenant aux genres *Rhynchonella*, *Terebratula*, *Pterocera*, *Avellana*, *Trochus* et *Salenia*. Quelques-uns de ces fossiles, notamment les *Rhynchonelles*, les *Térébratules* et les *Avellana*, ont un facies franchement albien. Mais il est impossible de leur

accorder un âge aussi ancien, à moins d'admettre l'existence d'une faille assez profonde entre le système du Kef el Hammam et celui du Djebel Dagla où j'ai rencontré, à peu près sur le même horizon, des fossiles caractéristiques de l'époque cénomanienne. D'ailleurs, un fait bien probant m'oblige à admettre la contemporanéité des couches du Djebel Dagla avec celles à phosphorites du Kef el Hammam : c'est la rencontre que j'ai faite, sur le sommet du premier, de deux moules de Rhynchonelles en phosphate de chaux, identiques à ceux du Kef el Hammam. Il existe d'ailleurs, sur ces deux points, un mélange fort remarquable d'espèces caractéristiques de la craie moyenne et de la craie supérieure, mélange dont ce n'est point la place ici de chercher l'explication, mais qui me porte à admettre leur contemporanéité. Le tableau ci-après résumera les renseignements que j'ai pu recueillir sur la paléontologie de ces deux points d'un même horizon que je crois devoir, jusqu'à plus ample informé, classer dans le cénomanien supérieur.

Djebel Dagla (sommet).

<i>Ostrea Costei</i> , Coq.	Sénonien.
— <i>Brossardi</i> , Coq.	Sénonien.
— <i>Bourguignati</i> , Coq.	Sénonien.
— <i>rediriva</i> , Coq.	Cénomanien.
— <i>flabellata</i> , d'Orb.	Cénomanien.
<i>Echinobrius pseudominimus</i> , Pir. et Gauth.	Santonien.
— <i>rotundus</i> , Pir. et Gauth.	Cénomanien.
<i>Holactypus turontensis</i> , Desor.	Turonien et sénonien.
<i>Epiaster</i> , très voisin de <i>E. Vattonei</i> , Coq.	Cénomanien.
<i>Salenia scutigera</i> , Gray	Sénonien.
<i>Nerinea</i>	A facies cénomanien.
<i>Venus</i>	
<i>Panopaea</i>	
<i>Plicatula</i>	
Polypier du genre <i>Flabellum</i>	
Dent d' <i>Otodus appendiculatus</i> , Agassiz	Sénonien.
Pinces de <i>Callianassa</i>	Sénonien.

Kef el Hammam (base).

<i>Nerila (otostoma) c. f. N. Fourneli</i> , Bayle	Turonien.
<i>Ostrea Costei</i> , Coq.	Sénonien.
— <i>Boucheroni</i> , Coq.	Sénonien.
<i>Ammonites</i> sp.? qui a les côtes de l' <i>A. rhotomagensis</i> , du cénomanien, mais qui semble carénée.	

<i>Echinobrissus pseudominimus</i> , Pir. et Gauth.	Sénonien.
<i>Epiaster c. f. Valtonei</i> , Coq.	Cénomanién.
<i>Holactypus turoniensis</i> , Desor.	Turonien et sénonien.
<i>Salenia</i> sp. ?	
<i>Trochus</i> sp. ?	
<i>Pterocera</i> sp. ?	
<i>Avellana</i>	} A facies albien (Gault).
<i>Rhynchonella</i>	
<i>Terebratula</i>	

Je ne puis donner aucun renseignement précis sur l'étendue et la teneur en phosphorites du gisement de Kef el Hammam, mon attention n'ayant été attirée qu'après mon passage dans cette localité sur la présence du phosphate de chaux dans les moules internes des fossiles que j'y avais recueillis. Tout ce que je puis affirmer, c'est que les marnes qui recèlent ces phosphorites affleurent sur de nombreux points intermédiaires entre le Kef el Hammam et le Djebel Fériana et que, d'autre part, partout où je les ai rencontrées, j'ai constaté l'extrême abondance des moules de fossiles cités ci-dessus, moules dont j'ai pu remplir mes poches en quelques minutes. Je ne doute pas, enfin, que ces marnes grumeleuses soient elles-mêmes fortement imprégnées de phosphate de chaux, comme cela a été constaté dans les gisements presque contemporains de la Meuse et des Ardennes ; de même, il me paraît probable qu'on les retrouvera bien développées à l'Est du Kef el Hammam, dans les massifs des Djebels Selloum et Nouba. Enfin, je rappellerai pour mémoire que, il y a une dizaine d'années, on a découvert dans des marnes albiennes du Djebel Bou Thaleb, dans le département de Constantine, de nombreux moules de fossiles, principalement de céphalopodes déroulés, contenant de 40 à 50 p. 100 de phosphate de chaux ¹. Ce gisement, que j'ai visité moi-même en 1879, me semble avoir, sous certains rapports, beaucoup d'analogie avec celui du Kef el Hammam, mais, à l'encontre de ce dernier, il est parfaitement daté par ses fossiles et appartient sans conteste à l'étage du Gault.

1. V. A. PÉRON, *Essai d'une description géologique de l'Algérie*, Paris, 1883, page 70.

II. — ANALYSES DES ROGNONS DE PHOSPHATES.

M. Thomas, au cours de sa dernière tournée géologique en Tunisie, a découvert, ainsi qu'on a pu s'en convaincre ci-dessus, dans les environs de *Fériana*, quelques fossiles qui lui ont paru mériter une attention spéciale. Certains indices permettaient, en effet, d'y soupçonner la présence du phosphate de chaux.

Ce sont des rognons qui n'ont pas très bien conservé la forme du mollusque primitif, et dont le volume varie depuis celui d'une noix jusqu'à celui du poing.

Tous ces échantillons ont été reconnus effectivement pour des phosphates fossiles. Leur richesse est très variable. Ainsi, les rognons que j'ai analysés, un peu plus gros qu'une noix, contenaient 47 et 48 p. 100 de phosphate de chaux ($\text{Ph}^2\text{O}^8\text{Ca}^3$). Je me suis servi, pour ces dosages, du procédé Soulié.

D'autre part, des rognons analysés au laboratoire de l'École des mines ont donné de 55 à 60 p. 100 pour les plus gros échantillons, et de 6 à 10 p. 100 seulement pour les petits. Ainsi, les coquilles les plus volumineuses paraissent être aussi les plus riches.

En résumé, les phosphates dont il s'agit appartiennent au genre phosphorite. Il en existe, paraît-il, des gisements d'une certaine importance dans les localités signalées par M. Thomas : aussi l'agriculture ne manquera pas, certainement, de tirer parti de cette découverte.

NOTE

SUR

L'ACTION DE LA POTASSE ALCOOLIQUE

SUR L'URÉE ET QUELQUES URÉES SUBSTITUÉES

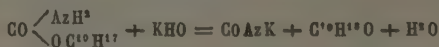
RÉACTION INVERSE DE CELLE DE WÖHLER

Par M. A. HALLER

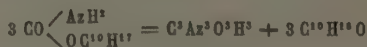
PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY



On sait que les uréthanes peuvent être considérées comme les éthers de l'acide carbonique (première amide carbonique), tandis que l'urée est la diamide carbonique. Or, dans nos études sur la campholuréthane¹, nous avons remarqué que celle-ci, chauffée avec la quantité théorique d'une solution *alcoolique* de potasse, se dédouble en cyanate de potasse et camphol suivant l'équation :



De plus, chauffée seule, elle se scinde en acide cyanurique et camphol :



Ces deux réactions n'appartiennent pas exclusivement à la campholuréthane.

1. *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1511, et t. XCIV, p. 869.

En effet, M. Arth les a généralisées dans notre laboratoire, et a démontré que toutes les uréthanes étudiées par lui possèdent la première de ces réactions, tandis que le second dédoublement n'appartient qu'aux uréthanes dérivées des alcools à point d'ébullition relativement élevé comme la camphol, la menthol et la capryluréthane.

Cette propriété des uréthanes nous a suggéré l'idée de rechercher la façon dont se comportent l'urée, la sulfo-urée et quelques urées substituées vis-à-vis de la potasse en solution alcoolique. On sait que, sous l'influence de la potasse aqueuse, les urées comme les uréthanes se dédoublent en acide carbonique et ammoniaque, ou amines quand il s'agit de dérivés substitués.

Pour ces recherches, nous nous sommes placés dans les mêmes conditions que celles dans lesquelles on a opéré avec les uréthanes.

Urée. Les essais ont porté sur de l'urée artificielle, obtenue par le procédé Wöhler et sur de l'urée retirée des urines. Les résultats ont été identiques dans les deux cas.

On a introduit dans un tube, 2^{er},50 d'urée sèche et 2^{er},50 de potasse dissoute dans 20 grammes d'alcool absolu. Le tube, fermé à la lampe, a ensuite été chauffé au bain-marie pendant 12 heures. Après refroidissement, on a constaté sur les parois du verre, des petits cristaux prismatiques qu'on a recueillis sur filtre et lavés avec un peu d'alcool. Ces cristaux sont presque complètement solubles dans l'alcool bouillant; il n'est resté qu'une petite portion de matière insoluble qu'on a reconnue être du carbonate de potasse. La solution alcoolique abandonne le produit dissous sous la forme de paillettes cristallines, présentant tous les caractères du cyanate de potasse. Un dosage de potasse nous a donné les résultats suivants :

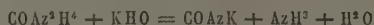
Cyanate de potasse employé	0.2795	
Sulfate de potasse obtenu	0.2967	
	Trouvé.	Calculé.
K p. 100	47.58	48.14

Une autre portion du cyanate pur ainsi obtenu a été traitée par du sulfate d'ammoniaque et transformée en urée. Celle-ci fondait à 130-131°, précipitait la solution d'azotate mercurique et

était immédiatement décomposée à froid par l'hypobromite de soude.

Quant au liquide qui baignait les cristaux de cyanate de potasse, il renfermait de l'ammoniaque et de l'urée non transformée.

Dans le milieu alcoolique, la réaction entre l'urée et la potasse se passe donc suivant l'équation :



Ce dédoublement de l'urée est assez net pour que, dans un essai, nous ayons obtenu 2^{gr},50 de cyanate brut au lieu de 3,3 qu'exige la théorie.

Sulfo-urée. Les recherches entreprises avec ce composé n'ont pas fourni des résultats bien nets. Nous croyons néanmoins devoir les signaler.

On sait, depuis les travaux de Volhard, que cette urée chauffée seule vers 160-170° se convertit partiellement en sulfocyanate d'ammoniaque. D'autre part, on a également trouvé du sulfocyanate de potasse parmi les produits de l'action de la potasse aqueuse sur cette amide sulfurée.

Dans le but de s'assurer si, dans le milieu alcoolique et à une température ne dépassant pas 100°, cette transformation de la sulfo-urée en sulfocyanate de potasse s'effectue nettement comme celle de l'urée en cyanate de potasse, nous avons chauffé au bain-marie 2^{gr},50 de sulfo-urée avec 2^{gr},50 de potasse dissoute dans 20 grammes d'alcool absolu. L'opération a été répétée plusieurs fois et on a chauffé pendant des temps variant de 12 à 48 heures les tubes contenant le mélange. Les résultats ont toujours été les mêmes. Les produits de la réaction étaient constitués par un mélange en proportions variables de sulfocyanate, de sulfure, et de sulfo-urée non attaquée.

Enfin, nous avons cherché si la sulfo-urée dissoute dans l'alcool absolu ne s'isomérisait pas partiellement en sulfocyanate d'ammoniaque quand on le chauffe au-dessous de 100°. On a opéré sur de la sulfo-urée ne donnant plus de coloration rouge avec le perchlorure de fer et on a constaté qu'au bout de 12 heures de chauffe la solution donnait nettement la réaction des sulfocyanates avec les persels de fer.

Monoéthylurée. Cette urée a été préparée par le procédé de M. Wurtz, en traitant de l'isocyanate d'éthyle par de l'ammoniac, et aussi par le cyanate de potasse et le sulfate d'éthylamine. Les produits obtenus fondaient l'un et l'autre à 92°. Les solutions aqueuses de cette urée ne donnent qu'un faible précipité avec l'azotate mercurique ; l'hypobromite de soude les attaque faiblement à froid, mais les décompose rapidement à chaud.

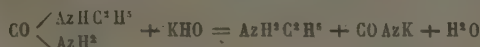
2^{er},2 de cette urée ont été chauffés au bain-marie pendant 12 heures avec 1^{er},50 de potasse et 20 grammes d'alcool absolu. Par refroidissement le tube s'est tapissé de cristaux de cyanate de potasse mélangés d'un peu de carbonate de potasse ; on a recueilli et lavé les cristaux ; ils ont ensuite été transformés en urée par le procédé connu. L'urée ainsi obtenue fondait à 131° ; ses solutions aqueuses précipitaient abondamment par l'addition d'azotate mercurique et étaient rapidement décomposées à froid par l'hypobromite de soude.

Le liquide alcoolique, séparé des cristaux, dégagait une odeur ammoniacale. On l'a distillé et le produit qui a passé a été condensé dans une solution d'acide chlorhydrique. Celle-ci, concentrée, fut additionnée de chlorure de platine.

Le chloroplatinate obtenu présentait tous les caractères du chloroplatinate d'éthylamine. Deux dosages de platine ont donné les nombres suivants :

Matière employée.	{ 1) 0.322 }	Pt obtenu . . .	{ 0.1245 }
	{ 2) 0.239 }		{ 0.0922 }
		Trouvé.	Calculé.
Pt p. 100.	{ 1) 38.66 }		39.24
	{ 2) 38.55 }		

La monoéthylurée traitée par de la potasse, en solution alcoolique, subit donc un dédoublement analogue à celui de l'urée.



Diéthylurée non symétrique. Cette diéthylurée, signalée pour la première fois par Volhard¹, puis étudiée par M. Franchimont², a

1. Répertoire de chimie pure, 1863, p. 363.

2. Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas. t. II, p. 122.

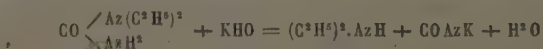
été obtenue en suivant le procédé de ce dernier auteur : traitement du cyanate de potasse par du sulfate de diéthylamine. Elle fond à 70°, est soluble dans l'alcool et l'éther, ne donne aucun précipité avec l'azotate mercurique, mais est décomposée à froid par la solution d'hypobromite de soude.

2^{gr},3 de cette urée dissous dans 20 grammes d'alcool absolu contenant 1^{gr},2 de potasse caustique, ont été chauffés pendant 12 heures au bain-marie. Les cristaux de cyanate de potasse qui tapissaient les parois du tube, après refroidissement, ont été transformés en urée par le procédé Wœhler. Celle-ci fondait à 130° ; ses solutions précipitaient l'azotate mercurique et étaient décomposées à froid par l'hypobromite de soude.

Le liquide qui baignait les cristaux a été distillé et le produit recueilli dans une solution d'acide chlorhydrique. La liqueur chlorhydrique concentrée fut additionnée de chlorure de platine. Le précipité obtenu présentait tous les caractères du chloroplatinate de diéthylamine. Un dosage de platine a fourni les résultats suivants :

Chloroplatinate employé.	0.3999	Pt obtenu. . .	0.1393
	Trouvé.	Calculé.	
Pt p. 100. . . .	34.83	35.20	

La diéthylurée se dédouble donc, sous l'influence de la potasse alcoolique, suivant l'équation :



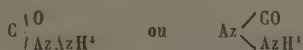
et d'une façon générale l'urée et ses dérivés substitués de la formule $\text{CO} \begin{array}{c} \diagup \text{AzHR} \\ \diagdown \text{AzH}^2 \end{array}$ ou $\text{CO} \begin{array}{c} \diagup \text{AzR}^2 \\ \diagdown \text{AzH}^2 \end{array}$ se scindent, dans les conditions indiquées, en cyanate de potasse, eau, ammoniacque ou amines de la formule AzH^2R ou AzHR^2 .

Isocyanate et isocyanurate d'éthyle. Ces deux composés s'obtenant aussi en partant du cyanate de potasse, il était intéressant de s'assurer si le milieu alcoolique était susceptible de modifier le sens de la réaction avec la potasse, en un mot, il s'agissait de voir si, dans les conditions indiquées, ces deux éthers se dédoublaient en cyanate et cyanurate de potasse et alcool, au lieu de fournir de l'éthylamine et du carbonate de potasse.

Les différents essais tentés avec ces deux éthers ont toujours donné lieu à cette dernière réaction. Le précipité de carbonate de potasse se produit même à froid, quand on mélange une solution alcoolique de potasse avec l'un ou l'autre de ces dérivés.

Ce dédoublement de l'urée et de ses produits substitués peut être considéré comme la *réaction inverse* de celle qui donne lieu à la production de ces composés.

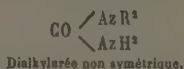
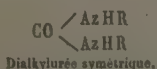
Wöhler a trouvé qu'on peut préparer l'urée en traitant du cyanate de potasse par du sulfate d'ammoniaque, et certaines alkylurées s'obtiennent en substituant des sulfates d'amines au sel ammoniacal. Le procédé Wöhler pour l'obtention de l'urée, la réaction que nous venons de découvrir, nous autorisent jusqu'à un certain point à admettre pour ce corps la formule de constitution proposée par M. A. Gautier¹, formule qui en fait un isocyanate d'ammonium :



Les urées monoalkylées et dialkylées non symétriques deviendraient alors



Toutefois, il convient de rappeler que certains modes de formation de l'urée et des urées substituées, que, d'autre part, l'existence des urées symétriques et dissymétriques, militent en faveur des formules généralement adoptées.



Cet exemple de l'urée montre une fois de plus toute la réserve qu'il faut apporter dans l'élaboration de nos formules de constitution des corps. On voit, en effet, qu'elles sont susceptibles de se modifier suivant la nature des réactions qu'on envisage.

Nous nous proposons de revenir sur cette question et d'étudier l'action de la potasse alcoolique sur les dialkylurées symétriques, sur les trialkylurées et sur les tétralkylurées.

1. Dictionnaire de Wurtz, t. I, p. 1071.

NOTE

SUR

LA FLORE DE L'ÉTAGE RHÉTIEN

AUX ENVIRONS DE NANCY

Par M. FLICHE

PROFESSEUR A L'ÉCOLE FORESTIÈRE



L'étage rhétien ou infralias, à la base de la puissante formation jurassique, renferme, dans quelques localités, de nombreux débris végétaux, dont plusieurs, assez bien conservés, ont permis des déterminations certaines. Les couches d'Hettange dans le Luxembourg, aux confins de la Lorraine, en ont fourni beaucoup. Dans notre province, au contraire, en particulier dans le département de Meurthe-et-Moselle, la flore de l'infralias paraît être très faiblement représentée et elle n'a été jusqu'à présent l'objet d'aucun travail.

Il y a quelques années, j'eus occasion d'observer, aux environs de Xeuilley, des morceaux du grès qui constitue la majeure partie de l'étage dans notre contrée; ils étaient pétris de débris végétaux, les uns carbonisés, les autres transformés par épigénèse en fer hydroxydé, d'autres enfin n'ont laissé que leur empreinte. Malheureusement, ces fossiles sont dans le plus médiocre état; il est facile cependant d'y reconnaître des fragments de bois et d'écorces de conifères, des fragments d'écailles provenant sans doute de fruits appartenant à la même classe, peut-être aussi de cycadées, enfin un fragment de feuille se rattachant à celles-ci.

Plus récemment, M. Bleicher a trouvé, aux environs de la station de Varangéville, des grès rhétiens également remplis de fossiles végétaux, généralement aussi en fort mauvais état, qu'il s'agisse d'empreintes ou de l'organe lui-même dont la matière organique a cédé la place à l'hydroxyde de fer ou à la silice ; quelques-uns cependant sont déterminables comme on va le voir.

Enfin, Levallois avait trouvé autrefois une empreinte très nette de fougère dans un petit vallon voisin de la ferme de Saint-Phlin. Je n'ai pu voir cet échantillon, mais il a été vu et étudié par M. R. Zeiller ; il s'agit d'une des espèces les mieux connues du rhétien ; la détermination n'en est donc pas douteuse.

En utilisant les quelques documents dont il vient d'être question, j'ai pu constituer une petite flore dont le nombre des espèces est bien restreint ; elle n'en présente pas moins quelque intérêt, puisqu'elle nous donne une idée de la végétation des environs de Nancy à l'époque rhétienne ; puisque aussi elle ajoute une localité au petit nombre de celles que nous connaissons en France pour la flore des couches qui forment la base du terrain jurassique. Voici quel a été le résultat de mes recherches.

ÉQUISÉTACÉES.

Equisetum Munsteri Brong. — Cette espèce, très caractéristique pour le rhétien, est largement représentée à Varangéville ; le plus souvent elle l'est par des empreintes assez frustes ; mais un beau et grand fragment de rhizome, quelques fragments aussi très déterminables d'axes aériens ne laissent aucun doute relativement à la détermination. Très commun dans le rhétien allemand de Franconie, du pays de Bade, du Hanovre, en Autriche, l'*E. Munsteri* a été trouvé aussi en France, à Touche-les-Mines, près d'Autun, mais il n'avait point été rencontré jusqu'ici ni en Lorraine, ni à Hettange.

FOUGÈRES.

Clathropteris platyphylla Brong. — Une empreinte très nette de fronde de cette fougère a été trouvée, comme cela a été dit plus haut, par Levallois aux environs de la ferme de Saint-Phlin. C'est

une des espèces les plus largement répandues dans le rhétien d'Allemagne, de Luxembourg, de France, de Hongrie, de Scanie et récemment M. Zeiller l'a signalée dans des couches de même âge au Tong-King¹.

CYCADÉES.

Quelques empreintes paraissent provenir de végétaux de cette classe ; une seule peut lui être sûrement attribuée, c'est un assez grand fragment de pinnule à nervation parallèle ; au premier abord, il semble qu'il y ait une nervure médiane plus forte que les autres ; mais il est facile de voir qu'il n'y a là qu'une apparence, puisque l'empreinte de cette soi-disant nervure ne tarde pas à disparaître. Il y a seulement un pli longitudinal comme ceux que M. Schenck² a reconnus chez le *Pterophyllum acuminatum* Morris de cet étage. C'est presque certainement au même genre, peut-être à cette espèce, qu'il faut rapporter l'empreinte qui nous occupe, sans qu'on puisse être plus affirmatif à cause de son état fragmentaire.

CONIFÈRES.

Baiera munsteriana (Presl) Sap. — Deux moules en demi-relief d'une graine charnue à noyau appartiennent à cette salisburiée ; l'un d'eux, très complet, ressemble entièrement par la forme, la taille, à une graine de cette espèce provenant de Baireuth représentée Pl. CLVI, fig. b, de la *Paléontologie française* (végétaux), par M. de Saporta. On n'avait pas encore rencontré en France ce *Baiera*, non plus qu'aucune autre espèce rhétienne du genre. Il a été trouvé à Baireuth en Franconie et à Palsjö en Scanie. Quelques empreintes d'organes foliacés accompagnant les graines à Varangéville paraissent appartenir à la même espèce. Elles sont en trop mauvais état pour permettre une affirmation.

Des débris d'écorces et des bois de conifères se rencontrent

1. *Examen de la flore fossile des couches de charbon du Ton-King*, par M. R. Zeiller, ingénieur des mines. Paris, 1882. (Extrait des *Annales des mines*, pages 17 et 31.)

2. SCHENCK, *Beitrag zur Flora des Keupers und der rhaetischen Formation*, p. 119.

aussi à Xeulley et à Varangéville. Dans la dernière localité, on a trouvé quelques échantillons assez volumineux de bois silicifié; il est de médiocre conservation, cependant il est facile de voir, en le soumettant à l'étude microscopique, qu'il provient d'une conifère; en outre, il paraît appartenir au type décrit par M. Kraus¹ sous le nom de *Cedroxylon* et s'éloigner ainsi des salisburyées, dont le bois, à en juger par l'unique espèce vivante, se rapprocherait plutôt de celui des *Taxus*. Il est fort possible que le bois fossile de Varangéville soit identique au *Cedroxylon Braunianum* Kr. (*Pinites Braunianus* de Gœp.), sans que, même en recourant à la description de Gœppert², il soit possible d'être très affirmatif dans le sens soit positif soit négatif. Ce *Cedroxylon* indique l'existence d'une autre conifère que celle dont les fruits gisent dans le voisinage, probablement une abiétinée de l'un des genres *Palistya*, *Cheirolepis* ou *Schizolepis*.

On voit que, malgré le petit nombre de fossiles végétaux déterminables trouvés dans le rhétien des environs de Nancy, ils révèlent l'existence de végétaux appartenant aux deux classes de cryptogames vasculaires d'une part, et de gymnospermes de l'autre qui, avec quelques acotylédones cellulaires constituent en tout pays la flore rhétienne.

Une des cryptogames vasculaires, l'*Equisetum Munsteri*, relie par sa présence en Lorraine deux stations assez éloignées; tandis qu'une conifère, le *Baiera Munsteriana*, n'avait point encore été rencontrée en France; la station aux environs de Nancy est la plus éloignée du pôle que l'on connaisse aujourd'hui.

1. SCHIMPER, *Traité de paléontologie végétale*, II, p. 370.

2. GÖPPERT, *Monographie der fossilen Coniferen*, p. 211.



RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR UNE NOUVELLE ESPÈCE

DE BALANOGLOSSUS

LE *B. SARNIENSIS*

Par le Dr R. KÖHLER

CHARGÉ D'UN COURS COMPLÉMENTAIRE DE ZOOLOGIE A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE NANCY

Dans le *Supplément aux Recherches sur la faune marine des îles Anglo-normandes* publié dans ce Bulletin, j'ai décrit les caractères d'un *Balanoglossus* que j'ai découvert au mois d'août 1885 à l'île de Herm. J'ai proposé de donner le nom de *Balanoglossus sarniensis* à cette espèce que j'ai considérée comme nouvelle, et qui offre cette particularité curieuse de sécréter un mucus possédant une odeur très marquée et extrêmement tenace d'iodoforme. Cette odeur d'iodoforme se rencontre aussi, d'après Bateson, chez un *Balanoglossus* qui vit en Amérique dans la baie de Chesapeake, le *B. Brooksii*¹.

1. Il est possible que le *B. sarniensis* ne soit pas une espèce nouvelle. Lorsqu'au mois de janvier 1886 j'eus résumé ses caractères dans une note adressée à l'Académie des sciences, M. Pouchet, reconnaissant d'après ma description qu'il s'agissait d'une espèce qu'il avait déjà vue, a annoncé à l'Académie que cette espèce avait déjà été trouvée à Concarneau et était l'une de celles que Giard a nommées *B. salmoneus* et *Robini*.

J'ai déjà fait remarquer à cet égard qu'il n'avait jamais été publié de description des *Balanoglossus* de Concarneau. Barrois et de Guerne, dans leur note sur la faune de Concarneau, annoncent la découverte d'un *Balanoglossus* qu'ils ne font qu'indiquer. Giard, dans une note publiée en 1882 (*Comptes rendus*), reconnaît

Il n'y a donc pas lieu de décrire de nouveau les caractères extérieurs du *Balanoglossus sarniensis* que j'ai suffisamment indiqués dans le mémoire cité plus haut. Je me contenterai de donner ici un dessin de cet intéressant animal (Pl. I, fig. 4) et je commencerai immédiatement l'étude anatomique de ce *Balanoglossus*, en passant successivement en revue la trompe et les nombreux organes situés à sa base et dans le collier, le système nerveux, le tube digestif et les parois du corps, le système circulatoire et les glandes génitales. Ce mémoire n'est donc qu'un résumé étendu d'un travail complet qui vient de paraître dans le *Journal international d'anatomie et d'histologie* sous le titre : *Contribution à l'étude des Entéropneustes*¹.

Il ne sera question dans ce travail que du *B. sarniensis*. J'ai fait aussi de nombreuses coupes du *B. minutus*, venant de la

deux espèces distinctes : « Elles diffèrent, dit-il, à première vue par la largeur et la couleur de la région branchio-génitale. L'une est d'un jaune orangé dans le sexe mâle, d'un jaune grisâtre chez la femelle, d'un brun clair chez l'animal immature : je l'appellerai *B. Robinii*. La deuxième espèce, un peu plus grêle que la première et beaucoup moins large dans la région thoracique, présente dans les deux sexes une couleur saumonée ; je lui donnerai le nom de *B. salmoneus*. . . Rien n'est plus facile que de découvrir leur gîte, grâce au tortillon de sable d'une forme particulière qui en couvre l'issue. . . L'animal est couvert d'un mucus à odeur très spéciale. » (Giard dit, dans les *Comptes rendus du Congrès de l'Association française* tenu à la Rochelle, que le *B. Robinii* sécrète un mucus à odeur de rhum.)

On m'accordera, je suppose, que dans ces quelques lignes il n'y a pas d'indications suffisantes pour permettre de reconnaître un animal. De plus, je n'ai jamais remarqué ce tortillon de sable qui permet de découvrir les *Balanoglossus* à Concarneau, circonstance que je regrette d'ailleurs, car elle m'eût épargné bien du temps. L'odeur d'iodoforme si caractéristique, si difficile à confondre avec une autre, n'est pas non plus indiquée. Giard ne parle d'ailleurs qu'incidemment des *Balanoglossus* dans sa note qui avait surtout pour objet l'étude d'un commensal de ces animaux.

Dans ces conditions, j'étais parfaitement en droit de considérer mon espèce comme nouvelle et de lui donner un nom. Je reconnais volontiers qu'on a pu la voir à Concarneau, mais comme ce travail a surtout pour objet une étude anatomique du *Balanoglossus*, il suffit que l'on sache que l'espèce peut se trouver ailleurs qu'à l'île de Herm. Ce qui est important, c'est que l'on possède des figures exactes, et une description suffisamment complète d'échantillons pris dans des localités bien connues où l'on pourra toujours les retrouver, de manière à avoir des éléments certains de détermination et de comparaison.

1. *International Monatschrift für Anatomie und Histologie*. 1886. Bd. III, Heft 4.

station zoologique de Naples. Mais cette espèce devant être étudiée complètement par Spengel, je n'ai utilisé les préparations qu'elle m'a fournies que comme points de comparaison, et je n'en parlerai pas souvent dans l'exposé de mes recherches.

Tous mes échantillons, en petit nombre d'ailleurs, étaient conservés dans l'alcool absolu. Les dissections n'étaient donc pas possibles, et c'est par la méthode des coupes successives que j'ai pu faire l'anatomie du *Balanoglossus*. J'ai regretté, en étudiant certains tissus, de n'avoir pas de pièces traitées à l'acide osmique, mais en général, les éléments étaient suffisamment bien conservés pour permettre une étude anatomique d'un animal aussi intéressant, et jusqu'à présent aussi rare que le *Balanoglossus*.

TROMPE. — Les parois de la trompe sont constituées par une couche épaisse de fibres musculaires, recouverte extérieurement par des cellules épithéliales. Cette couche épithéliale présente sa plus grande épaisseur à la base de la trompe. Elle est continue sur toute son étendue, sauf en un point parfaitement déterminé du pédoncule qui la relie au collier sur le côté dorsal duquel elle forme une invagination constituant le canal découvert par Spengel. Quant aux orifices décrits par Kowalevsky, l'un à l'extrémité antérieure, l'autre sur la face ventrale de la trompe, ils n'ont été retrouvés ni par Spengel ni par Bateson¹, et il m'a été impossible de les découvrir. On doit donc admettre que la cavité de la trompe ne communique avec l'extérieur que par le canal dorsal qui se trouve sur son pédoncule et sur lequel nous reviendrons plus loin.

La couche épithéliale de la trompe renferme un assez grand nombre de glandes à mucus qui apparaissent sur les coupes sous forme de petites vésicules très claires, transparentes, à contours assez nets, renfermant quelquefois un coagulum granuleux; ces glandes occupent surtout la moitié externe de la couche. Elles deviennent moins abondantes et disparaissent complètement vers la base de la trompe. Les cellules forment évidemment de nombreuses assises; elles sont très minces et presque filiformes. Sur

1. BATESON, *Development of Balanoglossus Kowalevskii*. — *Quart Journ. of Microsc. Science*, 1885.

les coupes, les noyaux sont très serrés et les cellules paraissent très rapprochées. La limite externe de la couche est indiquée par un double contour correspondant à une fine cuticule (fig. 2 et 11).

Entre la couche épithéliale proprement dite et les muscles sous-jacents, on remarque sur toute la surface de la trompe une couche d'un tissu peu colorable par les réactifs, et que Spengel a décrite sous le nom de membrane basale. Cette couche, que nous retrouverons dans d'autres points de la surface du corps, n'est pas séparée des cellules épithéliales qui la recouvrent par une ligne de démarcation bien définie. Cependant ses limites sont suffisamment indiquées du côté de l'épithélium, parce que les noyaux des cellules qui existent dans presque toute l'épaisseur de cet épithélium, s'arrêtent brusquement à ce niveau : aussi la ligne menée par la dernière assise de noyaux marque le contour de cette couche. Elle présente une striation transversale très nette : il semble que les extrémités de certaines cellules épithéliales se continuent dans toute l'épaisseur de cette lame et la traversent de part en part. Entre ces stries légèrement ondulées et inégalement écartées l'une de l'autre, il existe une substance très finement granuleuse, laquelle présente, sur les coupes longitudinales, une striation longitudinale évidente, et dans certains points même, une division très nette en fibrilles. Des noyaux très espacés et faiblement colorés sont plongés dans la substance finement granuleuse, qui, par ses caractères, rappelle la substance fondamentale des centres nerveux de beaucoup d'invertébrés. Nous allons voir d'ailleurs que le système nerveux central se continue avec cette couche basale, et que les troncs nerveux dorsal et ventral sont constitués par de simples épaissements de cette couche qui se rencontre sur toute la surface du corps, en dessous de la couche épithéliale externe, et que nous appellerons *couche nerveuse* (fig. 2, 3, 7, 8, 11, c. n.).

La couche nerveuse est assez épaisse à la base de la trompe, où elle atteint 13 à 15 millimètres de largeur, mais elle s'amincit sur les côtés et à l'extrémité antérieure de cet organe.

Les fibres musculaires qui constituent, en dessous de la couche nerveuse, les parois de la trompe, forment deux assises dis-

tinctes : une couche externe de fibres transversales, puis une couche de fibres entre-croisées, ayant pour la plupart une direction longitudinale, et qui se réunissent quelquefois en faisceaux épais traversant la cavité de la trompe et s'étendant d'une paroi à l'autre. Ces muscles, en s'entre-croisant, laissent entre eux des espaces plus ou moins étendus dans lesquels se trouve, chez l'animal vivant, un liquide coagulable par les réactifs. On observe en effet, sur les coupes, qu'une substance très finement granuleuse occupe les interstices des fibres musculaires : ce coagulum très léger indique d'une manière certaine qu'il y avait là un liquide. Cette substance enferme de nombreux éléments cellulaires arrondis, remplis de granulations fortement colorées par le carmin et réunis les uns aux autres par de fins prolongements protoplasmiques. Enfin, les fibres musculaires sont soutenues par un tissu conjonctif peu abondant, offrant de petites cellules et de minces fibrilles.

La cavité de la trompe communique avec l'extérieur à l'aide d'un canal découvert par Spengel, dont les observations ont été confirmées par Bateson. Ce canal est simple chez les *B. Kowalevskii*, *minutus* et *claviger*, mais il est double chez le *B. Kupfferi*.

Je l'ai facilement reconnu sur des coupes sagittales bien médianes de *B. minutus*, parce que dans cette espèce son trajet est très court (en raison de la petite taille de cette espèce) et tout à fait rectiligne. En effet, on remarque un peu en dessus du point de réunion du collier avec le pédoncule, point où vient se terminer le cordon nerveux dorsal du collier, une invagination de l'épithélium externe formant un canal qui, dirigé d'abord obliquement en haut et en dedans, monte parallèlement à l'axe du pédoncule, et vient s'ouvrir dans la cavité de la trompe. Les cellules épithéliales qui tapissent sa face interne se perdent en effet au milieu des fibres musculaires et des organes qui existent à la base de la trompe.

Chez le *B. sarniensis* on reconnaît, sur les coupes transversales du pédoncule, ce canal qui est à peu près circulaire dans sa région la plus large, où il offre un diamètre de 30 à 35 millimètres. En étudiant une série de coupes successives, on voit apparaître, au-dessus du sac de la glande (s. fig. 6, 7 et 8), un canal

dont les parois, d'abord peu distinctes, se différencient peu à peu, mais n'offrent pas au début un revêtement épithélial. Les cellules apparaissent d'abord sur la face dorsale, tandis que la face ventrale de la paroi continue encore à n'être formée que de tissu conjonctif. Enfin l'épithélium s'étend sur la face ventrale, et le canal offre alors en coupe la forme d'un cercle presque régulier (fig. 8, *p. tr.*). Le sac de la glande ne tarde pas à disparaître, de sorte que le canal occupe alors la face dorsale du diverticulum pharyngien *d* : on peut le suivre ainsi sur un certain nombre de coupes, puis on le voit se rapprocher peu à peu de l'épithélium de la face dorsale du pédicule et s'ouvrir finalement à l'extérieur.

Ce canal chez les *B. minutus* et *claviger* est tout à fait médian ; d'après Spengel, chez le *B. Kowalevskii*, il est reporté un peu vers la gauche.

Il est possible que chez mon *Balanoglossus* ce canal, qui, sur les coupes transversales, paraît occuper la ligne médiane, n'offre pas un trajet tout à fait rectiligne. En effet, en l'étudiant sur les coupes longitudinales, je puis le suivre sur plusieurs coupes successives : il se présente sous forme d'une ellipse (fig. 12, *p. tr.*) et son ouverture extérieure est visible sur une coupe où le cordon nerveux se montre encore sur toute sa longueur, mais en coupe tangentielle, et où la portion inférieure étroite du diverticulum pharyngien qu'on observe sur des coupes bien médianes comme celle que j'ai représentée figure 11, n'existe plus.

Le point où ce canal vient s'ouvrir à l'extérieur se trouve situé un peu au-dessus de l'extrémité antérieure du cordon nerveux du collier, à un demi-millimètre environ de cette extrémité.

Ce mode de terminaison d'un canal ayant incontestablement une origine ectodermique, et tapissé par un épithélium qui vient se perdre dans des tissus d'origine mésodermique, est assurément fort curieux. Nous retrouverons une paire de canaux analogues et se terminant de la même façon, en étudiant la région branchiale.

La trompe est reliée au collier par une sorte de pédicule qui part de son extrémité postérieure et vient s'insérer sur le côté dorsal de ce collier. En détachant la moitié antérieure de la trompe par une section transversale, on peut constater que le

pédicule fait saillie dans la cavité de la trompe par une extrémité élargie et irrégulièrement mamelonnée. La longueur de ce pédicule, depuis son insertion sur le collier jusqu'à son extrémité, est d'environ 4 millimètres. La couche épithéliale qui le tapisse se continue avec celle qui recouvre la surface de la trompe.

Il existe, dans le pédicule de la trompe et dans le renflement qui le termine, plusieurs organes importants qui font de cette région la partie la plus compliquée de tout le corps du *Balanoglossus*. En résumé, nous y rencontrons (fig. 2, 10 et 11) : un diverticulum de l'épithélium dorsal du pharynx, très étroit dans sa portion inférieure, mais s'élargissant considérablement vers le haut (*d*), diverticulum dont la face ventrale s'appuie sur une pièce résistante (*p*), sorte de squelette interne qui sert de point d'attache à des muscles et d'organe de soutien. La portion élargie du diverticulum porte sur son côté dorsal une sorte de sac clos (*s*), séparé du diverticulum par un espace aplati rempli de sang coagulé, le cœur (*c*), et coiffé d'un organe formé de deux lobes latéraux qui offre une structure glandulaire, et dans lequel le sang se distribue très abondamment, que nous appellerons la glande de la trompe (*g*).

Étudions la structure et les relations de ces différents organes.

PLAQUE SQUELETTIQUE OU PLAQUE PHARYNGIENNE. — Elle est formée d'une substance homogène, ressemblant à la substance fondamentale du cartilage des Vertébrés, et de même nature que les lamelles qui soutiennent les poches branchiales. Sur une coupe longitudinale médiane (fig. 11), la plaque offre une forme quadrangulaire et est entourée de toutes parts par l'épithélium intestinal et l'épithélium du diverticulum qui est la continuation de celui-ci. Elle présente en avant un prolongement, formant une mince lamelle dirigée vers l'orifice buccal ; elle est divisée en deux régions, l'une antérieure et l'autre postérieure, par une ligne qu'occupent des vaisseaux sanguins ayant un trajet irrégulier.

En arrière, la plaque envoie deux branches divergentes qui entourent l'origine du diverticulum, et qu'on trouve sur les coupes longitudinales passant un peu en dehors de la ligne médiane. La plaque se termine à son extrémité postérieure par une

pointe qui s'avance comme un éperon au-dessus de l'orifice du diverticulum. Sur les coupes horizontales médianes, la plaque pharyngienne offre deux triangles superposés : le sommet du triangle inférieur correspond à cet éperon, et la base excavée du triangle supérieur s'applique contre le contour convexe de la portion élargie du diverticulum. Étudiée enfin sur les coupes transversales, la plaque apparaît d'abord sur les premières coupes qui intéressent l'extrémité élargie du diverticulum (fig. 3, *p*) sous forme d'une mince bande homogène entre le diverticulum et la couche nerveuse de la base de la trompe. Cette bordure devient plus épaisse à mesure que l'on descend vers le collier, l'épaississement se localisant à la face ventrale du diverticulum. La plaque se présente alors (fig. 6) sous forme d'un corps allongé, terminé en haut par un bord arrondi et en bas par une pointe aiguë qui s'avance dans la cavité pharyngienne, mais en restant toujours recouverte par l'épithélium intestinal. Cette pointe s'efface sur les coupes suivantes (fig. 9). Sur les coupes passant au niveau et en dessous de l'orifice du diverticulum, on voit la plaque se partager en deux moitiés (fig. 5, *p*) qui s'écartent l'une de l'autre jusqu'à venir se placer aux angles latéraux de la paroi intestinale, et qui disparaissent ensuite.

Le tissu qui constitue la plaque est presque homogène et très transparent ; il se colore faiblement par le carmin. On y remarque des stries parallèles plus ou moins accusées qui indiquent sans doute les couches successives de dépôt de la matière qui la constitue. L'aspect de ce tissu rappelle beaucoup celui de la substance fondamentale d'un cartilage. Il est intéressant de rappeler que chez une nouvelle espèce de la Méditerranée, le *B. Talaboti*, étudiée par M. Marion, cette ressemblance du tissu de la plaque pharyngienne avec un cartilage est plus frappante encore. M. Marion dit, en effet, qu'il existe, « au milieu de la substance gélatineuse stratifiée, des corps cellulaires fusiformes, pleins de corpuscules adipeux. Cette structure fait penser aux vrais cartilages des *Chordata*. »

Il est fort probable que la plaque pharyngienne est formée par les cellules du diverticulum, c'est l'opinion de Spengel et de Bateson, et je n'ai aucune raison pour ne pas la partager. On voit

en effet que les cellules endodermiques du diverticulum, non seulement s'appuient par leurs extrémités sur le bord de la plaque, mais qu'elles se confondent complètement avec la substance de celle-ci. D'après Bateson, la plaque, impaire chez l'adulte, apparaît chez la larve pendant la période qui précède la formation de la deuxième paire de poches branchiales sous forme de deux tiges transparentes qui restent écartées en arrière pour constituer ses deux branches divergentes, et se soudent en avant pour former une plaque impaire. L'épaisseur de ces tiges est inversement proportionnelle à celle du diverticulum qui est très mince dans la région où les tiges sont les plus épaisses; ce qui semble bien prouver que la plaque est sécrétée par le diverticulum.

Bateson ne donne pas de renseignements précis sur le processus histogénique de la formation de cette plaque, mais il constate une analogie entre la sécrétion de la plaque par des tissus endodermiques (*notochordal tissue*) et la formation des disques chez l'*Amphioxus*.

DIVERTICULUM. — Une coupe sagittale bien médiane (fig. 14) montre qu'immédiatement en dessous de l'extrémité inférieure de la plaque, l'épithélium de la face dorsale du pharynx offre une invagination profonde, formant un long canal terminé en cul-de-sac, situé sur le côté dorsal du corps, et qui s'étend jusque dans la cavité de la trompe. Ce diverticulum, très étroit dans sa moitié inférieure où il se trouve comprimé par le développement du squelette, s'élargit au contraire dans sa moitié supérieure. La lumière, très réduite dans la portion rétrécie, est aussi plus large dans l'autre moitié; elle existe sur toute la longueur du diverticulum. Cet organe est limité du côté ventral par toute la longueur de la plaque squelettique; du côté dorsal, en bas par les tissus conjonctifs et musculaires mésodermiques qui se développent entre l'épithélium extérieur et l'épithélium intestinal (*m. g.*) jusqu'au bord inférieur du sac de la glande de la trompe, et en haut par ce sac et par le cœur. En avant, le diverticulum s'épanouit librement dans la cavité de la trompe au milieu des tissus qui l'occupent. Des vaisseaux assez volumineux se rendent sur cette portion de la paroi du diverticulum.

La structure de cet organe est intéressante à examiner. Dans la partie rétrécie, les cellules cylindriques, offrant de petits noyaux granuleux, qui en forment la paroi, ressemblent aux cellules épithéliales du tube digestif dont elles sont la continuation; mais dans la portion élargie l'apparence est tout autre. D'abord les noyaux sont moins abondants: on en rencontre plusieurs au voisinage de la cavité centrale, près du bord, mais ils sont rares dans tout le reste du tissu. Au lieu de cellules disposées régulièrement, on observe au contraire des fibrilles délicates entre-croisées, offrant souvent des épaisissements à leurs points de réunion, et de tous points analogues aux éléments si caractéristiques de la notochorde des Vertébrés.

Ces différences se constatent facilement sur les coupes longitudinales, mais la structure réticulée est peut-être encore plus nette sur les coupes transversales. Si l'on suit une série de coupes transversales successives comprenant le diverticulum depuis son extrémité antérieure jusqu'à son ouverture inférieure, on observe sur les premières coupes un tissu réticulé formé de trabécules très fines et disposées très irrégulièrement, renfermant quelques noyaux (fig. 6, *d*). Sur les coupes suivantes, vers le milieu de la portion élargie, les trabécules se disposent plus régulièrement à la face dorsale du diverticulum; elles sont parallèles les unes aux autres, les noyaux sont plus nombreux. A ce niveau, le diverticulum montre donc: une paroi dorsale composée de cellules épithéliales cylindriques ordinaires, et une paroi ventrale formée de trabécules irrégulièrement entre-croisées (fig. 7). Enfin, plus bas, à mesure que le diverticulum se rétrécit, on voit les trabécules de la face ventrale se disposer à leur tour en forme d'épithélium régulier, et la coupe du diverticulum ne diffère plus de celle d'un canal tapissé d'un épithélium cylindrique ordinaire (fig. 9, *d*).

Bateson a observé que le diverticulum apparaissait de très bonne heure chez la larve; il est déjà bien développé au moment où se forme la première paire de poches branchiales, et il se présente sous forme d'une proéminence dirigée en avant de la face dorsale de l'archentéron. Quand la larve développe la deuxième paire de branchies, ses cellules commencent déjà à se modifier: elles deviennent irrégulières, se remplissent de vacuoles et subis-

sent enfin les transformations si caractéristiques des éléments de la corde dorsale des Vertébrés. Les observations faites par Bateson sur ces modifications des cellules du diverticulum offrent un grand intérêt.

Ce n'est pas seulement par sa structure histologique que le diverticulum pharyngien du *Balanoglossus* se rapproche de la notochorde des Vertébrés. Ses rapports, son origine aux dépens de l'épithélium endodermique, son rôle dans la formation de la plaque pharyngienne, tous ces caractères lui sont communs avec la notochorde. L'étude que j'ai faite sur mes animaux me conduit à admettre cette homologie formulée par Bateson.

Spengel affirme, au contraire, que dans les espèces qu'il a étudiées le diverticulum est composé de cellules identiques à celles qui forment l'épithélium intestinal, et qu'il ne voit rien qui rappelle la corde des Élasmobranches. Bateson a trouvé que le diverticulum, chez le *B. minutus*, l'une des espèces étudiées par Spengel, avait la même structure que chez le *B. Kowalevskii*. Pour ma part, les coupes que j'ai faites sur le *B. minutus* de Naples m'ont clairement démontré que, chez cette espèce, le diverticulum offrait les mêmes caractères, et présentait le même tissu analogue à celui de la notochorde que chez le *B. sarniensis*.

GLANDE DE LA TROMPE. — Avant de décrire cet organe, je dois résumer en quelques mots les observations de Spengel sur les organes situés à la base de la trompe.

D'après ce savant, il existe à la face dorsale un organe en forme de sac, dont la face ventrale est tournée vers le diverticulum, et dont les faces latérales convergent vers le dos pour se rencontrer en dessus. Ce sac, clos de toutes parts, renferme dans sa partie postérieure des cellules filiformes et étoilées, sa paroi ventrale renferme de fines fibres musculaires¹. Cet organe dérive du cœur de la Tornaria, et bien que chez l'adulte il ne présente aucune communication avec les vaisseaux, Spengel lui donne néanmoins le nom de cœur. Entre cet organe et le diverticulum se trouve un espace sanguin (*cim Blutraum*)². Enfin, coiffant le tout, un corps

1. *Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel*. — Bd. V; Heft 4. — Taf. 30, fig. 1, 2 et 4, h.

2. *Ibid.* — b.

spongieux, en forme de fer à cheval, s'étend entre le cœur et la paroi dorsale de la trompe¹ ; il est traversé de canaux sanguins ramifiés, et Spengel le considère comme une branchie interne (*Eichelkieme*), à cause de la présence de nombreux vaisseaux qui viennent s'y ramifier.

Bateson fait remarquer, avec beaucoup de raison, que l'interprétation de Spengel doit être inexacte, et qu'une branchie interne est absolument inutile à un animal qui possède un appareil branchial aussi développé que le *Balanoglossus*. Il a étudié le développement de cet organe, mais il ne fait pas connaître sa structure chez l'animal adulte, et il le considère comme une formation glandulaire à laquelle il donne le nom de *glande proboscidienn*e ou *glande de la trompe*.

Mes observations sur la structure de cet organe confirment et complètent les recherches de Bateson. Je donnerai donc, comme lui, à cet organe le nom de *glande de la trompe*, nom qui me paraît justifié par sa structure, ses relations et son rôle présumé.

Je l'étudierai d'abord sur une série de coupes transversales passant par le pédicule de la trompe. Une première coupe intéressant la partie supérieure du pédicule (fig. 6), présente, de chaque côté du diverticulum (*d*) dont la lumière est étroite, deux masses latérales (*g*) réunies, sur le côté dorsal, par une portion médiane, et sur le côté ventral par une mince bordure en arrière du diverticulum. Au côté dorsal du diverticulum, les deux masses latérales limitent un espace arrondi, à contours mal délimités (*s*) : c'est la cavité ou sac de la glande représentée par les deux masses latérales. Celles-ci sont constituées par des fibrilles conjonctives entre-croisées formant des mailles irrégulières, très nettes surtout dans la partie centrale, moins accusées dans la région périphérique. Ces fibrilles supportent un grand nombre de cellules, à noyaux petits et très colorés, mais dont le protoplasma est peu distinct, au milieu desquelles sont répandues des granulations jaunes et brunes, abondantes surtout dans la région périphérique. En outre, l'on rencontre constamment des espaces d'étendue très variable, remplis d'un magma granuleux, fortement coloré, qui n'est autre chose que du sang coagulé. Il m'est

impossible de décider si ces espaces sont entourés d'une membrane ou si ce sont de simples lacunes creusées dans le tissu de la glande. A mesure que l'on observe des coupes successives, on voit que la cavité centrale de la glande est plus étendue et mieux limitée, surtout parce que le bord interne des masses latérales est occupé par des espaces sanguins. Les trabécules conjonctives sont disposées, du moins dans la partie la plus large, sous forme de faisceaux parallèles. Sur les coupes suivantes (fig. 7) on retrouve la même structure histologique ; mais les masses latérales de la glande deviennent moins épaisses et ne sont plus réunies l'une à l'autre : elles forment deux parties distinctes de chaque côté du diverticulum et du sac. Dans toutes ces coupes, on observe à la périphérie de la glande une mince bordure plus foncée, dont les éléments ne sont pas bien distincts, mais qui est en grande partie formée par des fibres musculaires. Ces fibres, coupées obliquement sur les coupes 6 et 7, sont facilement reconnaissables sur la coupe 3. Les éléments de la glande ne s'observent plus sur cette dernière coupe ; il n'en reste que la mince bordure musculaire dont les fibres sont coupées transversalement et qui se continuent avec les fibres musculaires longitudinales de la trompe.

En effet, à mesure que les coupes appartiennent à des régions plus voisines de la base de la trompe, on remarque que les parois de celle-ci se rapprochent de la surface de la glande : ces parois de la trompe sont représentées sur la figure 7. Sur cette figure on distingue de chaque côté de la glande deux espaces limités par les muscles de la trompe coupés dans différentes directions et remplis de granulations colorées : ces espaces correspondent à la cavité de la trompe et les granulations qu'ils renferment représentent sans doute des produits excrétés par la glande proboscidiennne.

Pour en terminer avec cette glande, je dirai que sa cavité, d'abord mal délimitée (fig. 6, s), acquiert progressivement des contours plus distincts (fig. 7 et 3) et se présente sous forme d'un sac à parois bien définies. Ce sac est occupé par une substance très finement granuleuse dans laquelle je distingue quelques fibres conjonctives et des cellules offrant un protoplasma clair et des

noyaux granuleux, au milieu desquelles existent des amas de granulations pigmentées. La cavité, d'abord très large, se rétrécit peu à peu (fig. 3 et 7), mais on l'observe encore sur des coupes qui n'offrent plus de traces de la glande proboscidiennne. Les dispositions relatives de la glande et de sa cavité sont indiquées sur la figure 10, qui représente une coupe longitudinale, pas tout à fait médiane (car si elle était bien médiane, la glande, formée de deux masses développées de chaque côté de la ligne médiane, ne serait coupée que dans sa portion moyenne très réduite, comme cela est arrivé pour la figure 11). La coupe horizontale représentée figure 2 montre aussi la cavité en question mais pas la glande, la coupe ayant porté en dehors de celle-ci.

Vers la base de la trompe les parois latérales de celle-ci arrivent à toucher presque le diverticulum, comme on le voit sur la figure 3. En dessous de l'épithélium externe se trouve la couche nerveuse limitée en dedans par des fibres musculaires dont la plupart prennent une direction longitudinale (*l. tr.*). Entre la paroi de la trompe et la face ventrale du diverticulum, on distingue une mince lamelle homogène qui n'est autre chose que la partie supérieure de la plaque squelettique. Sur la face dorsale du diverticulum où la plaque ne se développe pas, les parois de la trompe se réunissent à la paroi dorsale du sac de la glande et déterminent la formation de deux espaces allongés obliquement, remplis par les muscles et par le tissu conjonctif de la trompe, limités en dedans par les parois de la glande (fig. 3, *c. g.*). Sur la même figure on constate que les fibres musculaires de la paroi de la glande se placent au même niveau que les muscles longitudinaux de la trompe et se continuent avec eux. Ces deux espaces, dont les contours deviennent mieux marqués sur les coupes suivantes (fig. 8 et 9, *c. g.*), ne sont donc autre chose qu'une partie de la cavité générale du corps et nous les retrouverons sur toute la longueur du collier (fig. 4).

Lorsque le sac de la glande proboscidiennne a disparu sur les coupes, le diverticulum se rapproche du canal dorsal de la trompe (fig. 8) ; la plaque pharyngienne est entourée, dans sa partie inférieure, par la couche nerveuse de la trompe qui se continue dans le pédicule, mais qui s'amincit peu à peu et finira par disparaître,

la couche épithéliale de la trompe passant, au niveau du pharynx, à l'épithélium intestinal.

Les deux portions de cavité générale *c. g.* dont nous avons étudié plus haut le mode de formation, situées d'abord de chaque côté du sac de la glande, puis de chaque côté du diverticulum, arrivent à se placer au-dessus de celui-ci en se rapprochant l'une de l'autre, et quand le cordon nerveux du collier fait son apparition (fig. 9), elles se trouvent placées entre ce cordon et le diverticulum. Plus tard enfin, sur les coupes passant en dessous de l'orifice du diverticulum, ces deux cavités sont situées entre le système nerveux et la couche musculaire transversale de l'intestin (fig. 4 et 16, *c. g.*). Elles sont séparées l'une de l'autre sur la ligne médiane par une lame étroite de tissu conjonctif, de laquelle partent de minces fibrilles parsemées de noyaux qui s'épanouissent et se perdent au milieu des fibres musculaires.

Les deux cavités restent distinctes et conservent les mêmes relations jusqu'à l'extrémité du collier, ou, plus exactement, jusqu'au point où le cordon nerveux du collier se termine, en s'ouvrant à l'extérieur sur la ligne médiane dorsale. Nous aurons du reste l'occasion de revenir sur ces cavités en étudiant les parois du corps.

S'il est facile de conclure que l'organe spongieux qui coiffe l'extrémité antérieure du diverticulum est une glande, il n'est pas facile d'émettre une hypothèse sur le rôle que cet organe doit remplir. Spengel, qui n'a pas reconnu les caractères de son tissu, l'a considéré comme une branchie accessoire, opinion que je ne puis partager. La structure histologique, les relations avec le système vasculaire, l'existence de granulations pigmentaires, provenant évidemment de cellules en voie de destruction, sont autant de caractères qui doivent faire considérer cette glande comme un organe d'excrétion. Je ne puis, pour ma part, m'empêcher de la comparer à la glande madréporique des Échinides dont j'ai étudié la structure dans un précédent mémoire. Je retrouve en effet dans les deux organes les mêmes caractères fondamentaux, les mêmes groupements des éléments, les mêmes relations avec le système circulatoire.

Comme la glande proboscidiennne ne possède pas de conduit

excréteur, il est difficile d'expliquer la manière dont elle élimine les produits excrétés. Bateson admet que le pore dorsal de la trompe sert à transporter à l'extérieur les produits préalablement rejetés par la glande dans la cavité de la trompe. De fait, sur certaines coupes transversales, sur la coupe représentée sur la figure 7, par exemple, j'observe de chaque côté de la glande deux espaces irréguliers renfermant des taches finement granuleuses qui pourraient bien correspondre à des liquides coagulés, renfermant des amas de pigment jaune identiques à ceux qui existent dans le tissu de la glande. Spengel affirme que l'eau ambiante peut pénétrer dans la cavité de la trompe par le canal dorsal, que le courant s'y fait de l'extérieur à l'intérieur ; Bateson admet au contraire que le courant est dirigé en sens inverse. Il est donc nécessaire d'instituer de nouveau des expériences sur des animaux vivants pour être renseigné sur la fonction du canal dorsal de la trompe. D'ailleurs, on peut très bien admettre que l'eau de mer s'introduise dans la cavité de la trompe par ce canal, et sorte de nouveau par la même voie, en entraînant avec elle les produits de la glande de la trompe. Enfin, le sac de la glande doit aussi servir de réservoir où s'accumulent ces produits.

Pour terminer l'étude des organes importants placés à la base de la trompe ou plutôt contenus dans son pédicule, il faudrait encore parler du *cœur* qui n'est autre chose que cette formation à laquelle Spengel a donné simplement le nom d'espace sanguin. Mais la description du cœur trouvera mieux sa place dans l'étude du système circulatoire dont nous nous occuperons, pour plus de commodité, après avoir décrit le système nerveux, le tube digestif et les parois du corps qu'il est nécessaire de connaître pour comprendre la distribution des vaisseaux.

SYSTÈME NERVEUX. — J'étudierai dans le système nerveux, d'abord une région centrale, puis une portion périphérique.

Région centrale. — La partie du système nerveux qu'on peut considérer comme centrale se présente sous forme d'un cordon épais qui s'étend sur toute la longueur de la face dorsale du collier, depuis le point de réunion du collier avec la face dorsale du pédicule jusqu'au voisinage de la région branchiale (fig. 11, 12 et 15, n. c.).

Spengel dit que ce cordon se continue en avant et en arrière dans l'épiderme : en avant, à l'endroit où l'épithélium de la trompe se continue avec l'épithélium de la surface supérieure et interne du collier, et en arrière dans la bande d'épiderme épaissi qu'on trouve sur la ligne médiane dorsale dans la région du tronc. Dans l'intérieur de ce cordon, il observe de nombreux petits espaces vides autour desquels les cellules se disposent en forme d'épithélium, espaces qui ne communiquent pas les uns avec les autres. Bateson, n'étudiant que le développement du *B. Kowalevskii*, donne fort peu d'indications sur la structure du système nerveux, mais je dois insister : 1° sur un passage où il dit qu'une véritable lumière existe dans la région antérieure du cordon, tandis que dans les régions moyenne et postérieure on observe les espaces limités par des cellules columnaires déjà indiquées par Spengel ; 2° sur deux figures (fig. 59 et surtout 60)¹ qu'il n'explique pas dans son texte, et qui représentent des sections de la partie antérieure de ce cordon nerveux offrant un canal central très nettement limité, pourvu de cils vibratiles, analogue au canal médullaire des Vertébrés.

J'ai observé sur mes préparations certaines particularités intéressantes sur la structure du système nerveux. Je dois dire tout d'abord qu'un canal central tel que le figure Bateson, canal dont l'existence a aussi été niée par Spengel, n'existe pas, pas plus chez le *B. minutus* que chez le *B. sarniensis*. Sur les coupes transversales, le cordon nerveux offre un contour ovalaire, dans sa partie antérieure (fig. 9), irrégulier ou triangulaire (fig. 16, n. c.) dans tout le reste de son étendue. Il offre à considérer une portion fibreuse externe, et une portion celluleuse interne. La portion fibreuse (*p. f.*) forme une bande épaisse sur la face ventrale du cordon très mince sur les côtés, un peu plus large à la face dorsale ; elle est constituée par une substance très finement granuleuse, ne se colorant pas par le carmin, renfermant quelques noyaux peu colorés et identique à celle qui forme la couche nerveuse, indiquée plus haut, sous l'épithélium de la trompe.

La couche fibreuse est limitée sur son bord interne par de très petits noyaux formant plusieurs assises sur le côté ventral, moins

1. *Development of B. Kowalevskii*. Pl. IX.

abondants sur les autres côtés. Ces noyaux appartiennent à des cellules dont on ne distingue pas bien les contours, mais dont les membranes forment par leur réunion de très fines stries parallèles, régulières, dont l'ensemble rappelle une couche épithéliale. En certains points même (fig. 16), la couche des cellules présente à son bord interne une limite très nette, une sorte de plateau à double contour comme dans un épithélium ordinaire. Les cellules paraissent envoyer des prolongements dans la substance fibreuse, laquelle offre des stries irrégulièrement distantes qui la traversent dans toute son épaisseur et qui partent de la région celluleuse. Tout l'espace central de la coupe est occupé par des trabécules irrégulièrement disposées, qui naissent de la région celluleuse, et s'anastomosent entre elles pour former un réseau délicat supportant quelques noyaux.

Dans la partie postérieure du cordon, l'aspect des coupes est modifié. Les trabécules qui occupent l'espace central sont moins nombreuses; les stries parallèles de la région celluleuse deviennent plus marquées, et par conséquent les cellules plus distinctes l'une de l'autre. En même temps que les trabécules deviennent moins nombreuses, les cellules se trouvent limitées intérieurement par un double contour très net, comme on l'observait en certains points seulement des coupes précédentes. Finalement, il se forme une cavité centrale vide, entourée de cellules disposées sous forme d'un épithélium régulier, et l'aspect des coupes dans la partie *postérieure* du cordon chez le *B. sarniensis* est tout à fait analogue à celui des coupes figurées par Bateson pour la région *antérieure* du même cordon.

Les coupes longitudinales sont plus intéressantes à étudier que les coupes transversales. La substance fibreuse (fig. 12) forme à la face ventrale du cordon nerveux un ruban épais qui présente une striation longitudinale très manifeste, et une striation transversale moins accusée. Du côté dorsal, le ruban formé par la substance fibreuse est beaucoup plus mince. La région celluleuse se montre constituée par de longues cellules très serrées, disposées parallèlement, et limitant de nombreux espaces vides, à contours ovalaires et à grand axe dirigé perpendiculairement au grand axe du cordon nerveux. En certains points, l'ensemble des

cellules offre l'aspect d'une portion d'épithélium limitée intérieurement par une mince cuticule. Les noyaux, très nombreux au voisinage de la portion fibreuse, deviennent beaucoup moins abondants dans la partie centrale lacuneuse.

Mais ce que ce cordon nerveux offre de plus remarquable, c'est son mode de terminaison en arrière. Sur une coupe longitudinale comprenant l'extrémité du collier et la partie antérieure de la région branchiale (fig. 15), on remarque que la couche épithéliale de la surface dorsale du corps, qui renfermait, au niveau du collier, de nombreuses glandes, cesse à un moment d'en présenter ; elle prend la forme d'un épithélium cylindrique ordinaire, puis s'invagine pour donner naissance à un canal cylindrique qui se dirige en avant et se continue avec le cordon nerveux que nous venons d'étudier, les cellules de l'épithélium extérieur passant progressivement aux cellules nerveuses du cordon. En d'autres termes, le cordon nerveux du collier vient s'ouvrir à l'extérieur par son extrémité postérieure. Les cellules nerveuses qui en occupent la partie centrale ne forment plus de lacunes et se disposent en forme d'un épithélium régulier qui tapisse la couche fibreuse, et limitent une cavité centrale par leurs bords internes pourvus d'un plateau à contours très nets ; par places, on retrouve encore de petits ponts réunissant les cellules et traversant la lumière ; en ces points, le plateau disparaît pour reparaitre un peu plus loin. Ces modifications expliquent les changements indiqués plus haut dans l'aspect des coupes transversales et les différences que l'on constate entre les coupes passant par l'extrémité postérieure du cordon et celles qui passent par ses régions antérieure et moyenne.

Quant à la substance fibreuse, toujours plus épaisse à la face ventrale qu'à la face dorsale du cordon, elle se continue au niveau de l'ouverture : à la face dorsale avec la couche nerveuse sous-épithéliale du collier (fig. 15, *c. n.*), et à la face ventrale avec un tronc nerveux situé sur la ligne médiane de la face dorsale du corps, en dessous de l'épithélium, cordon que nous allons voir se prolonger jusqu'à l'extrémité postérieure du corps (fig. 15, *n. d.*).

Ce mode de terminaison de l'extrémité postérieure du cordon nerveux est assurément fort remarquable. Ni Spengel, ni Bateson,

n'indiquent de disposition analogue chez les espèces qu'ils ont étudiées. Chez le *B. minutus* en effet, je remarque que le cordon nerveux, qui présente la même structure et les mêmes relations que chez le *B. sarniensis*, se termine en arrière d'une manière plus simple. Les cellules nerveuses conservent les mêmes caractères sur toute la longueur du cordon, et ne s'écartent pas l'une de l'autre pour déterminer la formation d'un canal central. A l'extrémité postérieure du cordon, comme à son extrémité antérieure, elles se continuent avec les cellules épithéliales extérieures, et la partie fibreuse se conduit comme chez le *B. sarniensis*. Il faut remarquer cependant que, s'il n'y a pas formation d'une ouverture réelle, la couche épithéliale de la face dorsale du collier présente cependant une dépression, une sorte d'encoche au niveau de l'extrémité postérieure du cordon, et vient en quelque sorte à la rencontre des éléments qui vont se confondre avec les siens.

A son extrémité antérieure, chez le *B. sarniensis* aussi bien que chez le *B. minutus*, le cordon nerveux se continue jusqu'au point d'insertion du pédicule de la trompe sur le collier, et les cellules de sa partie centrale (fig. 12) se continuent, sans ligne de démarcation bien définie, avec les cellules épithéliales qui tapissent le cul-de-sac formé par le pédicule et le bord du collier; tandis que la substance fibreuse se continue sur le côté dorsal avec la couche nerveuse très mince sous-jacente à l'épithélium de la face dorsale du corps, et sur le côté ventral avec la couche nerveuse de la trompe, très épaisse à ce niveau.

Enfin, le cordon nerveux central présente, en certains points de sa longueur des communications avec l'extérieur, qui ont déjà été indiquées, mais imparfaitement figurées par Spengel, et qui sont fort curieuses. Vers la réunion du tiers moyen avec le tiers postérieur du cordon, on voit en effet, chez le *B. sarniensis*, se détacher de la face dorsale trois cylindres remplis de cellules arrondies dont les noyaux ont les mêmes dimensions que ceux des cellules nerveuses, et qui se dirigent presque perpendiculairement vers l'épithélium, en traversant dans toute son épaisseur, la couche conjonctive et musculaire sous-jacente à l'épithélium dorsal. Au milieu des cellules se trouvent aussi des fibres ner-

veuses qui occupent surtout la périphérie des cylindres, et qui proviennent manifestement de la couche fibreuse dorsale du cordon nerveux (fig. 13). Vers l'extrémité externe des cylindres, les cellules sont moins nombreuses et se perdent au milieu des éléments de la couche épithéliale, tandis que les fibres viennent se perdre dans les fibres de la couche nerveuse sous-jacente à cette couche. Il me semble que l'épithélium de la face dorsale du corps présente, au niveau de chacun de ces trois cylindres, un pore très étroit.

Il ne m'a pas été possible de découvrir sur mes coupes longitudinales de cavité centrale dans ces cylindres nerveux ; seulement sur des coupes transversales successives passant par l'un de ces cylindres, voici ce que je constate. Dans les espaces lacunaires décrits plus haut se trouvent des granulations arrondies, fortement colorées, qui ne sont évidemment pas des cellules, et qui deviennent assez nombreuses au niveau des cylindres. Ceux-ci, coupés obliquement, offrent une forme ovale, et les granulations colorées en occupent la partie centrale remplissant peut-être une ouverture préexistante. Faut-il voir dans ces granulations des corps étrangers, ayant pénétré par les ouvertures des cylindres dans le système nerveux, ou bien des restes des cellules nerveuses dissociées et tombées en dégénérescence ? C'est ce que je ne puis décider.

Ces cylindres nerveux allant de la face dorsale du cordon nerveux à l'épithélium extérieur ont été décrits par Spengel chez les *B. minutus* et *claviger*, mais il n'en indique pas le nombre. Chez les *B. Kowalevskii* et *Kupferi*, il n'a rien observé de semblable.

J'ajouterai enfin que je ne trouve pas sur mes préparations ces cellules nerveuses géantes que Spengel a signalées en certains points du cordon nerveux.

Pour interpréter la nature du cordon nerveux du collier qui est évidemment un organe central, et des espaces lacunaires qui en occupent le centre, il serait indispensable de posséder des documents complets sur le développement de cet organe. Or, les observations de Spengel et de Bateson sur ce sujet important leur ont fourni des résultats contradictoires. Spengel admet que l'ébauche du système nerveux consiste en une invagination longi-

tudinale de l'ectoderme sur la ligne médiane dorsale, qui donne naissance à un cylindre creux dont la cavité se comblerait plus tard. Bateson admet au contraire qu'il se fait dans l'ectoderme un épaissement longitudinal aux dépens duquel se différencie le cordon nerveux primitivement plein; puis, qu'en avant le cordon ainsi formé s'enfoncerait entre les bords relevés de l'ectoderme, phénomène qui donnerait lieu à la production de ce canal central qu'il observe, chez l'animal adulte, dans la portion antérieure du cordon. Comme Spengel, je nie complètement l'existence d'une cavité centrale dans cette portion du cordon. Le mode de développement reconnu par Spengel, c'est-à-dire l'invagination, m'expliquerait mieux l'ouverture extérieure que le cordon offre à son extrémité, cette ouverture n'étant qu'un reste de l'invagination primitive; bien que, cependant, on puisse supposer aussi que cette communication avec l'extérieur se soit faite secondairement.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs des phénomènes embryogéniques par lesquels le cordon nerveux prend naissance, phénomènes sur lesquels des observations ultérieures nous renseigneront sans doute, je ne vois, pour ma part, rien qui s'oppose à ce que l'on rapproche le cordon nerveux du collier, chez le *Balanoglossus*, du système nerveux central des *Chordata*, homologie que Spengel repousse énergiquement, surtout, parce qu'au lieu d'une cavité centrale unique et régulière, le cordon ne présente que des lacunes séparées les unes des autres par les cellules. Mais il me semble qu'on ne doit pas attribuer à ce fait une grande importance: que la cavité reste parfaitement vide ou qu'elle s'oblitére en partie par des prolongements de cellules allant d'une paroi à l'autre, cela importe peu, en somme. La formation des lacunes est évidemment secondaire: sur un grand nombre de coupes appartenant à différentes régions du cordon nerveux, on observe toujours des endroits où la couche cellulaire forme vers l'intérieur un contour très net (fig. 46). Du reste, l'on connaît aussi dans les centres nerveux des Vertébrés, des commissures qui traversent de part en part la cavité centrale (la commissure grise, du troisième ventricule, par exemple).

Il résulte des dispositions anatomiques qui viennent d'être indi-

quées que la partie centrale du système nerveux se trouve située à la face dorsale d'une formation née de la paroi du pharynx, et ayant par conséquent une origine endodermique; cette même partie centrale est aussi située à la face dorsale d'une plaque squelettique ayant une origine également endodermique, puisqu'il est à peu près hors de doute qu'elle dérive de la formation précédente. De telles relations me paraissent avoir une grande importance. Elles sont à coup sûr fort curieuses, car nous ne sommes pas habitués à rencontrer chez les *Invertébrés*, sauf parmi les *Tuniciers*, un cordon nerveux situé à la face dorsale du corps. Nous aurons à discuter plus loin les conséquences qu'il est permis de tirer de faits aussi importants.

Système nerveux périphérique. — J'ai déjà parlé de la couche nerveuse située sous l'épithélium de la trompe, dans laquelle s'épanouit la substance fibreuse du cordon nerveux central. Cette couche nerveuse se rencontre sur toute la surface du corps, en dessous de l'épithélium extérieur, mais nulle part elle n'offre un développement analogue à celui qu'elle prend dans la trompe. Ses caractères, déjà indiqués, sont les mêmes que ceux de la substance fibreuse du cordon.

Outre cette couche nerveuse sous-épithéliale, on trouve, chez le *Balanoglossus*, de véritables troncs nerveux qui existent sur toute la portion du corps située au delà du collier et qui occupent les lignes médianes dorsale et ventrale, en dehors des vaisseaux longitudinaux. Ces troncs ne sont que des épaississements locaux de la couche nerveuse générale avec laquelle ils se continuent sur les côtés; ils offrent la même structure que cette couche, et, comme elle, ils ne sont pas non plus séparés des cellules épithéliales qui le recouvrent par une ligne de démarcation nettement accusée. Mais cependant ces troncs sont bien distincts et ils se laissent facilement reconnaître sur les coupes. Nous connaissons déjà l'origine du tronc nerveux dorsal; nous savons que les cellules nerveuses, en s'écartant pour former l'ouverture postérieure du cordon central, passent toutes aux cellules épithéliales externes, et que la substance fibreuse qui formait l'épais ruban de la face ventrale de ce cordon se continue, sans changer de caractère, en dessous de cette ouverture; elle devient ainsi le tronc nerveux qui

court jusqu'à l'anus en dessus du vaisseau dorsal, et dont la structure et les relations sont indiquées sur la coupe transversale (fig. 14, *n. d.*). On voit que le nerf est en relation intime avec l'épithélium, qui offre à son niveau des caractères particuliers : les cellules sont plus allongées, elles sont disposées plus régulièrement et n'offrent pas de glandes à mucus. Les striations transversale et longitudinale sont toujours très accusées.

Le tronc ventral tire son origine du tronc dorsal de la manière suivante. A quelque distance en arrière de l'ouverture postérieure du cordon central, le nerf dorsal fournit latéralement deux branches qui se dirigent obliquement en arrière et en bas, en conservant toujours leur situation en dessous de l'épithélium et se réunissent sur la ligne médiane ventrale en un tronc unique qui se place sous le vaisseau ventral et se continue jusqu'à l'extrémité postérieure du corps. Le point de réunion de ces deux branches obliques se trouve au niveau des premières paires de sacs branchiaux.

Les coupes transversales faites depuis la région branchiale jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, montrent que ces troncs offrent tous deux la même largeur, qu'ils s'amincissent progressivement, mais ne se réunissent pas autour de l'anus, qu'enfin ils ne sont pas nettement limités sur les côtés, mais se continuent latéralement avec la couche nerveuse sous-épithéliale.

Étant donnée l'épaisseur remarquable qu'offre la couche nerveuse dans les parois de la trompe, on peut supposer que cet organe est doué d'une grande sensibilité, mais il n'est pas possible d'y découvrir les moindres traces d'organes des sens.

TUBE DIGESTIF ET PAROIS DU CORPS. — Entre l'épithélium extérieur et l'épithélium intestinal, se trouve, sur toute la longueur du corps, une lame épaisse formée de tissus mésodermiques. La cavité générale de la larve, en effet, a été comblée par des éléments conjonctifs et par des fibres musculaires ; elle n'apparaît plus entre ces éléments que sous forme de lacunes remplies par un liquide, qui, chez les animaux traités par les réactifs, se présente comme un coagulum très léger, finement granuleux. Ce liquide renferme de nombreux éléments cellulaires arrondis, à contours peu apparents, dont le protoplasma est rempli de gra-

nulations. Ces éléments sont identiques à ceux qu'on observe dans les interstices des tissus de la cavité de la trompe.

Nous trouvons donc ici un type de tissu mésenchymateux intéressant à connaître, puisque, de par le développement de son mésoderme, le *Balanoglossus* est un véritable coelomate. Parmi ces éléments conjonctifs et musculaires qui remplissent la cavité générale, on peut cependant faire la part de ce qui revient au feuillet somatique et au feuillet splanchnique du mésoderme. Dans le collier, les muscles du feuillet somatique offrent d'abord (fig. 16 et 11) une mince couche de fibres longitudinales, puis une assise de fibres transversales (*m. t. e.*) peu épaisse, irrégulièrement développée, qui, par places, peut même faire complètement défaut, en dedans de laquelle existe une deuxième couche de fibres longitudinales (*m. l. e.*) plus épaisse que la première. Ces fibres sont réunies en petits groupes, séparés par du tissu conjonctif, et offrent sur les coupes transversales une disposition régulière et élégante.

Quant au feuillet splanchnique, il présente d'abord une couche de fibres transversales (*m. t. i.*) immédiatement appliquée contre l'épithélium intestinal, et en dehors d'elle, des fibres longitudinales (*m. l. i.*) également réunies en groupes distincts. Entre ces deux parois musculaires, on trouve des fibres musculaires entrecroisées, dont la plupart ont une direction longitudinale, entremêlées d'éléments conjonctifs, au milieu desquels se montrent les lacunes plus ou moins développées, remplies par un coagulum. Les éléments conjonctifs consistent en fibrilles anastomosées, avec de nombreux noyaux, supportant les éléments musculaires sous lesquels elles disparaissent, par places, complètement.

Les fibres musculaires transversales, développées dans les parois somatique et splanchnique du mésoderme, ne se remarquent guère que dans le collier ; dans les autres régions du corps, les fibres musculaires n'offrent plus cette disposition régulière qui vient d'être indiquée. Il n'existe, en effet, que des fibres longitudinales ou obliques qui forment, dans la paroi du corps comme dans la paroi de l'intestin, une couche de moins en moins distincte qui tend à se confondre avec les éléments remplissant la cavité générale, à mesure que l'on s'éloigne de l'extrémité antérieure du corps. A partir de la région hépatique et jusqu'à

l'extrémité postérieure du corps, l'ensemble des tissus mésodermiques qui séparent l'épithélium extérieur de l'épithélium intestinal, forme une lame unique très mince, dans laquelle on trouve toujours des fibres musculaires et des éléments conjonctifs, mais qui ne sont plus disposés, comme précédemment, en une paroi externe et une paroi interne séparées par une masse intermédiaire.

Les deux sacs cœlomatiques de la larve, non seulement ont leur cavité oblitérée par le développement d'un tissu mésenchymateux, mais sont incomplètement séparés sur les lignes médianes dorsale et ventrale, du moins chez le *B. sarniensis*. Nous avons vu, en étudiant les organes situés à la base de la trompe, qu'il existait dans le collier deux espaces parfaitement définis (fig. 3, 5, 8 et 9, *c. g.*) qui ne sont autre chose que des portions de la cavité générale séparées du reste de cette cavité par une paroi. Ces deux espaces prennent naissance à la base de la trompe, et existent sur toute la longueur du pédicule qui la rattache au collier. Une très petite portion des tissus conjonctifs et musculaires de la trompe reste en dehors de ces deux espaces, et traversent aussi le pédicule pour se perdre dans les tissus de la cavité générale du collier, du moins en partie. Ce sont surtout des fibres musculaires longitudinales (fig. 8, *l. tr.*), réunies par petits groupes séparés par des tissus conjonctifs, et qui s'insèrent pour la plupart sur la plaque pharyngienne.

Les deux espaces *c. g.*, qui se sont ainsi séparés du reste de la cavité générale sur le côté dorsal, restent distincts sur toute la longueur du collier. Mais à l'extrémité postérieure de celui-ci, vers le point où le cordon nerveux se termine en s'ouvrant dans l'épithélium externe, les deux espaces, jusqu'alors parfaitement délimités, cessent d'offrir une paroi distincte et les éléments qui s'y trouvaient renfermés, éléments d'ailleurs identiques à ceux qui remplissent la cavité générale, se confondent avec ces derniers. Or, dans toute la portion du corps située en arrière du collier, les deux sacs cœlomatiques de la larve, en s'adossant sur les lignes médianes dorsale et ventrale, donnent naissance à deux mésentères, un mésentère dorsal (fig. 14, *m. d.*) et un mésentère ventral (*m. v.*), qui s'étendent d'une façon continue et sans inter-

ruption sur toute la longueur du corps, de l'épithélium intestinal à l'épithélium extérieur, et qui comprennent dans leur épaisseur les vaisseaux longitudinaux dorsal et ventral. Les deux moitiés de la cavité générale se trouvent donc aussi séparées d'une manière complète. Mais au niveau du collier les dispositions sont modifiées de la manière suivante. Les premières coupes transversales du collier n'offrent ni mésentère dorsal ni mésentère ventral; ces cloisons n'apparaissent que sur les coupes passant en arrière de l'orifice du diverticulum pharyngien. On distingue alors un mésentère qui s'étend de la face dorsale du système nerveux jusqu'au bord interne de la couche épithéliale externe (fig. 4, *m. d.*), et un mésentère qui s'étend sur la ligne médiane ventrale, de l'épithélium externe à la couche des fibres musculaires transversales de l'intestin (*m. v.*), quand cette couche est distincte, mais qui se continue jusqu'au bord externe de l'épithélium intestinal, quand cette assise musculaire n'est pas représentée.

Dans la région postérieure du collier, comme le cordon nerveux dorsal se rapproche de l'épithélium externe à la surface duquel il viendra s'ouvrir, le mésentère sus-nervien devient de plus en plus étroit et finit par disparaître par le fait même que l'espace qui sépare le cordon nerveux de la couche épithéliale se réduit à zéro. Au contraire, la lamelle conjonctive qui séparait les deux espaces *c. g.* jusqu'alors tout à fait clos, s'allonge, sans cependant perdre ses relations et sans abandonner le cordon nerveux; et quand ce cordon aura disparu, quand les deux espaces *c. g.* ne seront plus distincts, changements qui se produisent au niveau du bord postérieur du collier, cette lamelle constituera un mésentère s'étendant de la face ventrale du tronc nerveux dorsal jusqu'à la couche épithéliale de l'intestin en comprenant dans son épaisseur le vaisseau dorsal.

Quant au mésentère ventral du collier, il ne se modifie pas en sortant du collier, et depuis le commencement du collier jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, il conserve constamment la même forme et les mêmes caractères.

Au niveau du collier, la couche épithéliale externe est épaisse : elle est formée de cellules allongées, cylindriques au milieu desquelles on ne remarque qu'un petit nombre de cellules à mucus.

Mais au niveau de la région branchiale, celles-ci deviennent très nombreuses et se présentent sous forme de cellules fortement gonflées qui refoulent les cellules voisines dont les parois s'accroissent et se soudent. Cette couche épithéliale conserve les mêmes caractères jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, mais elle va continuellement en s'amincissant. Son épaisseur, qui, au niveau du collier, était de $0^{\text{mm}},25$ environ, se réduit en effet à $0^{\text{mm}},08$ au delà de la région hépatique.

Au niveau de la région hépatique, la couche épithéliale présente les modifications suivantes. Sur le côté ventral du corps où les cœcums hépatiques n'existent pas, l'épithélium est large et très glandulaire, tandis que sur les parois des cœcums il est très mince, et constitué par des cellules cubiques formant une couche régulière et dépourvue de glandes, mais qui s'élargit à l'extrémité des culs-de-sacs en acquérant de nouveau des glandes à mucus.

La cavité digestive est cylindrique au niveau du collier (fig. 4) ; elle se rétrécit au niveau de la région branchiale par suite de la présence des branchies qui en occupent la moitié supérieure. Les différentes formes que présente la coupe de l'intestin le long de cette région, ont été suffisamment décrites et figurées par Kowalevsky pour qu'il ne soit pas nécessaire de revenir sur ce sujet. La figure 14 représente une coupe transversale passant vers le milieu de la région branchiale. Dans la région génitale, la forme de l'intestin varie suivant le développement que prennent les glandes génitales et les fibres musculaires dans l'étui musculo-cutané. Il présente en général une coupe rectangulaire. Dans la région hépatique et jusqu'à l'anus, sa cavité est très irrégulière.

Les cellules épithéliales de l'intestin sont très longues, étroites, et à parois minces ; elles offrent les mêmes caractères sur toute la longueur de l'intestin ; seulement, la couche qu'elles forment offre dans le collier une épaisseur de $0^{\text{mm}},4$ à $0^{\text{mm}},5$ qui se réduit à $0^{\text{mm}},1$ seulement dans la région génitale.

Dans la région hépatique, l'intestin offre une série de diverticulums pairs, simples poches placées les unes derrière les autres, s'ouvrant par une large ouverture dans la cavité intestinale et n'offrant pas cette disposition compliquée qui a été reconnue chez

certaines espèces de *Balanoglossus*. Ces diverticulums ne sont développés qu'à la face dorsale de l'intestin. La lame musculo-fibreuse ne subit au niveau des poches aucune modification, mais les cellules épithéliales intestinales, très courtes dans la région génitale et dans la moitié ventrale du tube digestif au niveau de la région hépatique, se développent et deviennent très longues dans les diverticulums. Elles se terminent intérieurement par une extrémité renflée, renfermant un protoplasma trouble et granuleux ; leurs noyaux volumineux renferment de nombreuses granulations de nucléine. Enfin, elles offrent, en dehors et en dedans de la couche des noyaux, de nombreuses granulations d'une couleur vert foncé, parfaitement conservées sur des pièces traitées successivement par l'alcool, l'éther et le chloroforme. Ces granulations existent aussi dans les cellules de la paroi ventrale de l'intestin et elles se continuent aussi au delà de la région hépatique sur une certaine distance vers l'extrémité postérieure. C'est à ces granulations qu'est due la couleur verte qu'on observe, sur les animaux vivants, dans cette région.

SYSTÈME CIRCULATOIRE. — La description que je vais donner du système circulatoire chez le *B. sarniensis* diffère sensiblement de celle de Kowalevsky. J'ai vivement regretté de n'avoir pas pu pratiquer d'injections sur mes échantillons, car les résultats que l'on obtient en étudiant des coupes successives, si excellente que soit cette méthode, demandent à être complétés et vérifiés par des injections faites sur des animaux vivants. Avant d'indiquer la disposition des troncs vasculaires que j'ai reconnus et suivis sur mes coupes, je dois faire la remarque suivante. S'il est facile de distinguer sur une coupe l'existence d'un vaisseau, grâce à la présence du sang coagulé et fortement coloré qui le remplit, il est au contraire difficile et souvent impossible d'affirmer l'existence d'une paroi quand les pièces n'ont pas subi un traitement approprié. J'applique donc le nom de vaisseaux, ou de branches vasculaires, à ces espaces remplis de sang coagulé dont je trouve la correspondance sur les coupes transversales, horizontales et sagittales, qui se rencontrent sur toutes les préparations dans les mêmes points et avec les mêmes relations, mais je laisse forcément dans le doute la question de savoir si quelques-uns de ces

espaces sont des vaisseaux parfaitement définis, ayant des parois propres, ou seulement de simples lacunes vasculaires.

Cœur. — Spengel, avons-nous dit plus haut, considérait comme le représentant du cœur de la *Tornaria*, le sac que j'ai décrit sous le nom de sac ou de cavité de la glande proboscidiennne. Ce sac étant parfaitement clos, le *Balanoglossus* adulte ne posséderait pas, d'après lui, de cœur véritable. Bateson, en étudiant le développement du *Balanoglossus*, est arrivé à un résultat tout différent et a montré que le cœur de la *Tornaria* devenait, non pas l'organe que nous appelons le sac de la glande proboscidiennne, mais au contraire l'organe nommé par Spengel l'*espace sanguin*. Cette observation de Bateson me paraît confirmée par mes propres recherches: j'ai reconnu, en effet, que cet espace sanguin donnait naissance à de nombreux vaisseaux. Je n'ai jamais pu découvrir sur mes coupes de fibres musculaires dans les parois de cet organe et je ne sais pas s'il est contractile, mais, pour l'étudier convenablement, il aurait fallu pouvoir l'isoler et en dissocier les éléments, ce qu'il ne m'était pas possible de faire sur mes pièces. Tout ce que je puis dire, c'est qu'il offre toujours un contour très net et une paroi distincte; qu'il paraît, en somme, être un organe bien défini et non un simple espace sanguin s'étalant entre les organes.

D'après les images offertes par mes coupes, je considère le cœur comme un organe aplati et allongé, situé à la face dorsale du diverticulum sur laquelle il se moule et qu'il occupe presque tout entière (fig. 2, 3, 7, 8, 10 et 11, *c*). Terminé en avant par un cul-de-sac, ce cœur offre deux prolongements latéraux antérieurs d'où partent les vaisseaux qui se rendent dans les parois de la trompe et trois prolongements postérieurs, l'un médian, et deux latéraux. Le prolongement médian qui continue directement le cœur, se place en dessous du cordon nerveux du collier entre les deux portions closes de la cavité générale *c. g.* Les prolongements latéraux sont d'abord situés de chaque côté du diverticulum (fig. 3, *c. p.*); ils se placent ensuite de chaque côté de la plaque pharyngienne (fig. 8), mais s'en écartent bientôt (fig. 9) et se continuent avec des vaisseaux dont nous étudierons le trajet plus loin. Considérons en effet une série de coupes transversales menées entre la base de la trompe et le commencement du collier.

Nous voyons le cœur apparaître sous forme d'un organe aplati entre le diverticulum et le sac de la glande proboscidiennne (fig. 7), rempli de sang coagulé, et qui s'élargit et s'étale dans la figure 3 ; on distingue sur cette figure les deux prolongements latéraux postérieurs qui sont très développés. La figure 8 montre en *c* le commencement du prolongement postérieur médian, lequel se continuera avec le vaisseau que nous décrirons sous le nom de vaisseau dorsal. Les prolongements latéraux postérieurs sont toujours très larges. Situés d'abord à l'angle du diverticulum et de la plaque squelettique, ils s'abaissent progressivement vers le bas et atteignent la paroi de l'intestin : ils s'écartent alors rapidement de la ligne médiane (fig. 6), mais à ce moment ils forment, non plus des régions du cœur, mais de véritables vaisseaux. La coupe horizontale (fig. 2) nous montre aussi les rapports des différentes portions du cœur. La portion médiane, très aplatie en dessous du sac de la glande, donne latéralement deux prolongements qui se continuent avec les vaisseaux de la trompe, et en arrière les prolongements postérieurs pairs ; le prolongement postérieur impair se continue à gauche avec un vaisseau qui court sous l'épithélium intestinal. Sur la coupe sagittale 14, on voit le cœur terminé en avant en cul-de-sac, et en arrière la coupe tangentielle du prolongement postérieur qui se continuera avec les vaisseaux de l'intestin.

En résumé, le sac situé à la face dorsale du diverticulum dérive du cœur de la *Tornaria* ; il présente toujours sur les préparations les mêmes relations très constantes ; il offre une forme bien définie et des parois propres ; enfin, non seulement il est en communication ouverte avec les vaisseaux, mais aussi il est le centre d'où partent ou auquel arrivent les vaisseaux les plus importants du corps. Si je n'ai pas distingué de fibres musculaires dans ses parois, et si je ne l'ai pas vu se contracter chez l'animal vivant, chose qui sera constatée peut-être un jour, au moins ai-je montré qu'il était un véritable organe central de tout le système circulatoire.

Vaisseaux. — Des deux prolongements latéraux antérieurs du cœur partent des vaisseaux qui se rendent dans les parois de la trompe et cheminent en dessous de la couche nerveuse (fig. 11

et 2, *c. l.*), et dont on peut reconnaître l'origine sur les coupes horizontales mieux que sur les coupes sagittales. Ces vaisseaux doivent être assez nombreux, à en juger par les coupes transversales faites à la base de la trompe. Le cœur donne aussi de nombreuses branches qui se répandent sur l'extrémité antérieure et la face ventrale du diverticulum pharyngien (fig. 1); on en trouve quelques-unes sur la coupe transversale (fig. 3). Ces branches sont très serrées, et, sur les coupes longitudinales, la face ventrale du diverticulum paraît entourée d'un large espace vasculaire; elles s'anastomosent aussi avec les vaisseaux des parois de la trompe. Par ses faces latérales, le cœur donne enfin de nombreux rameaux qui se distribuent dans le tissu de la glande proboscidiennne.

En arrière, le prolongement médian du cœur se continue avec un vaisseau placé en dessus du diverticulum, entre celui-ci et le canal dorsal de la trompe (fig. 8, *c.*), puis entre le diverticulum et le cordon nerveux dorsal du collier (fig. 5 et 9, *v. d.*) quand celui-ci a fait son apparition. Ce vaisseau, situé en dessous du cordon, est peu développé; il donne plusieurs branches latérales qui se réunissent sur la face dorsale du cordon pour former un vaisseau sus-nervien (fig. 5, 9 et 4, *v. n.*), qui forme le tronc longitudinal dorsal le plus important du collier.

Le vaisseau sus-nervien n'a pas un long trajet. Situé à la face dorsale du cordon, il s'éteint quand ce cordon se termine et ne dépasse pas par conséquent le bord postérieur du collier. Au contraire, le vaisseau situé en dessous de ce même cordon devient plus gros quand le premier disparaît et il se continue jusqu'à l'extrémité postérieure du corps en dessous du nerf dorsal médian, toujours compris entre les deux feuillets du mésentère dorsal (fig. 14, *v. d.*). C'est le vaisseau longitudinal dorsal.

Les deux prolongements postérieurs du cœur situés de chaque côté de la plaque squelettique fournissent d'abord, par leurs bords internes et vers le milieu de la plaque, une expansion courte formant une sorte de lacune dans la partie médiane de la plaque (fig. 2 et 1, *v. p.*), qui la partage en deux portions égales ou inégales, suivant les plans par lesquels passent les coupes. Ces deux prolongements postérieurs quittent ensuite la plaque, s'éloi-

gnent de la ligne médiane dorsale (fig. 9, *c. p.*) et se recourbent vers la région ventrale en présentant un trajet oblique dans la couche musculaire de l'intestin. En se réunissant sur la ligne médiane, ils donnent naissance au vaisseau longitudinal ventral (fig. 4 et 14, *v. v.*) qui existe sur toute la longueur du corps et qui se continue en avant au delà du point de réunion de ses deux troncs d'origine jusqu'au bord antérieur du collier (fig. 1, *v. v.*). Ce vaisseau ventral est d'abord situé dans le collier entre la couche musculaire transversale et la couche longitudinale de la paroi de l'intestin ; mais vers le bord postérieur du collier il se rapproche du tronc nerveux ventral qui vient d'y faire son apparition et se place à la face dorsale de ce tronc qu'il n'abandonnera plus.

Les deux vaisseaux longitudinaux, dorsal et ventral, envoient latéralement de nombreuses branches, qui suivent les mésentères dorsal et ventral, et se ramifient, les unes entre l'épithélium extérieur et les muscles de la paroi du corps, les autres entre l'épithélium de l'intestin et sa couche musculaire. Ces vaisseaux s'anastomosent, et les deux vaisseaux longitudinaux se trouvent ainsi mis en communication (fig. 4). Ces branches sous-épithéliales envoient aussi des rameaux transversaux qui se distribuent dans toute l'épaisseur des tissus formant le large étui mésodermique.

Il faut remarquer que dans le collier les branches qui se distribuent à la paroi intestinale ne rampent pas immédiatement sous l'épithélium, mais sont situées entre les couches musculaires transversale et longitudinale de l'intestin, de même que le tronc qui les fournit. Quand la couche musculaire-transversale n'existe pas, ils sont naturellement appliqués contre l'épithélium.

Quant au vaisseau sus-nervien qui tire son origine du vaisseau longitudinal sous-nervien, il donne aussi des nombreux rameaux qui vont s'anastomoser avec les branches du réseau vasculaire sous-cutané. En particulier, il donne au niveau des trois cylindres verticaux qui s'étendent de la face dorsale du cordon nerveux à l'extérieur, des branches très développées qui s'appliquent contre la surface de ces cylindres et qui se jettent dans les vaisseaux sous-épithéliaux.

Comme il a été dit plus haut que les mésentères dorsal et ventral n'apparaissent dans le collier qu'à une certaine distance de son bord antérieur, il s'ensuit que les vaisseaux dorsal et sus-nervien ne donnent pas de branches externes dans la première partie de leur trajet, mais seulement à partir du point où les mésentères sont développés.

Mes observations sur la distribution des vaisseaux dans la région branchiale sont malheureusement incomplètes. On comprend qu'il soit fort difficile de suivre sur les coupes des troncs vasculaires et d'en reconnaître les relations dans une région si compliquée et où ils offrent de nombreuses divisions et de fréquentes anastomoses. Je crois cependant pouvoir confirmer, en partie du moins, les observations de Kowalevsky : mes coupes transversales, en effet, me donnent des images qui correspondent aux descriptions du savant professeur russe. Au niveau de la région branchiale, le vaisseau dorsal offre un volume considérable (fig. 14, *v. d.*), puisque son diamètre est de 0^m,25 à 0^m,30 au lieu que dans le collier il n'a que 0^m,02 à 0^m,03. En dehors de ce tronc et de chaque côté de la ligne médiane j'observe deux troncs plus petits (fig. 14, *v. l.*) situés entre les sacs branchiaux et la couche épithéliale de la face dorsale du corps et qui correspondent évidemment aux deux vaisseaux latéraux que Kowalevsky désigne par les lettres *e* dans la figure 4 de son mémoire¹. Et, enfin, dans les lobes latéraux de la face dorsale, entre l'épithélium et les glandes génitales déjà très développées sur le milieu de la région branchiale, je remarque, mais sur quelques coupes seulement, deux autres vaisseaux (*v'. l'.*) qui correspondent peut-être aux vaisseaux *mm* de la même figure 4. Ces deux paires de vaisseaux n'existent plus dans la région génitale. Kowalevsky a reconnu que ces vaisseaux provenaient du vaisseau dorsal médian, disposition que je puis confirmer pour les vaisseaux *v. l.*, les plus rapprochés de la ligne médiane.

Quant aux vaisseaux latéraux *v'. l'.*, ne les observant que sur quelques coupes seulement, je ne puis en indiquer l'origine. Mais j'insiste sur l'existence des vaisseaux latéraux, au moins des vais-

1. KOWALEVSKY, *Anatomie des Balanoglossus*. (Mém. Acad. Imp. Pétersbourg, vol. X, 1866.)

seaux *v. l.*, parce que Spengel n'a pas retrouvé les vaisseaux décrits par Kowalevsky.

Au delà des branchies, dans le commencement de la région génitale, le vaisseau dorsal conserve encore, sur une certaine partie de son trajet, un calibre considérable, puis il se rétrécit peu à peu pour reprendre les dimensions qu'il avait dans le collier.

BRANCHIES. — J'ai peu de choses à dire sur l'appareil branchial qui, chez le *B. sarniensis*, paraît être identique à celui des *B. claviger* et *minutus*, fort bien décrit par Spengel. L'ouverture des sacs branchiaux dans la cavité digestive est obturée en grande partie par un opercule, et le squelette des branchies offre la même disposition que chez les espèces de Naples. Des travées transversales, s'étendant entre les lames des sacs branchiaux et celles des opercules forment des fourchettes à trois branches analogues à celles qui ont été figurées par Kowalevsky et par Spengel. Ces travées sont peut-être moins nombreuses et plus écartées dans mon espèce que chez le *B. claviger*, mais je ne puis en juger avec certitude, Spengel n'ayant encore publié que des figures schématiques.

Entre l'appareil branchial et l'épithélium de la face dorsale du corps, se trouvent de nombreuses fibres musculaires irrégulièrement disposées comme dans la région post-branchiale. Spengel parle de faibles sphincters existant autour des orifices extérieurs des sacs. Sur mes coupes sagittales, j'observe aux extrémités des sacs branchiaux, lorsque les parois accolées de deux sacs voisins se séparent l'une de l'autre, des espaces occupés par des muscles coupés transversalement ou obliquement. Ces fibres paraissent entourer les canaux extérieurs des branchies, et peuvent sans doute, par leur action, agrandir ou resserrer le calibre de ces canaux.

Les deux canaux découverts par Spengel, les *Kragenporen*, qui prennent naissance sur la paroi des sacs branchiaux de la première paire pour s'ouvrir dans la cavité générale du collier, appartiennent aussi à la région branchiale. Spengel dit que ces canaux ont leur paroi dorsale fendue sur toute leur longueur, de telle sorte que sur les coupes transversales ils présentent une

cavité semi-lunaire. J'observe au contraire que, vers le milieu de leur longueur, ces canaux offrent une forme parfaitement cylindrique, et ne se présentent sous forme de gouttière qu'à leurs deux extrémités. Voici du reste ce que je constate sur une série de coupes transversales passant successivement par l'extrémité postérieure du collier et le commencement de la région branchiale. Sur les premières coupes, où le cordon nerveux dorsal du collier se présente comme un canal tapissé d'une couche de cellules parfaitement régulière et entourant une lumière centrale (coupes qui par conséquent passent en avant de l'ouverture dorsale de ce cordon), on voit apparaître, au milieu des tissus conjonctifs et musculaires qui remplissent la cavité générale du collier, et de chaque côté de la ligne médiane, deux bandes de cellules épithéliales qui se recourbent peu à peu par leurs bords pour former chacune une paroi de canal incomplet, dont la concavité est tournée vers la face dorsale du corps. Elles offrent donc sur les coupes transversales la forme d'un croissant dont les cornes sont tournées en haut. Sur les coupes suivantes, on voit chaque bande s'allonger en se recourbant et ses deux extrémités, les deux cornes du croissant, viennent à la rencontre l'une de l'autre, puis se réunissent pour former un canal complet, dont la coupe est à peu près circulaire et qui possède une lumière régulière. Les cellules qui en forment la paroi sont colonnaires. A mesure qu'on étudie d'autres coupes, on remarque que la paroi ventrale du canal disparaît peu à peu : il offre alors de nouveau en coupe la forme d'un croissant, mais dont la concavité est tournée vers la face ventrale, c'est-à-dire que sa position est inverse de celle qu'il avait primitivement. Les deux extrémités du croissant se continuent latéralement avec les tissus de la cavité générale. Peu à peu les croissants s'aplatissent, se rapprochent du premier sac branchial et leurs éléments se confondent avec les cellules épithéliales de ce sac.

Les deux pores du collier ont donc, chez le *B. sarniensis*, la forme d'une gouttière qui, dans sa partie moyenne, se convertit en un canal par le rapprochement de ses bords; et tandis que dans sa partie antérieure, la concavité de la gouttière est tournée vers la face dorsale, dans la partie postérieure elle est au con-

traire tournée vers la face ventrale. La portion tubulaire ne doit pas être bien longue, car je ne l'observe que sur six ou huit coupes successives (mes coupes ont environ un trentième de millimètre d'épaisseur).

GLANDES GÉNITALES. — Elles apparaissent déjà vers le milieu de la région branchiale et se continuent jusqu'au voisinage de la région hépatique.

Dans la région génitale, elles forment quatre séries régulières : deux à la face dorsale, de chaque côté de la ligne médiane, et deux à la face ventrale du corps.

Ces glandes se présentent comme des masses ovoïdes, ayant une largeur de 3 à 4 millim. sur une longueur de 5 à 7 millim. Suivant qu'elles sont plus ou moins volumineuses, elles modifient la forme de la coupe de l'intestin dans une région déterminée.

A l'époque où j'ai capturé mes échantillons de *Balanoglossus*, les glandes génitales n'étaient pas en activité. Je n'ai jamais constaté, chez les individus vivants, des différences d'aspect ou de coloration qui parussent indiquer la distinction des sexes. Sur les coupes, j'observe que le tissu de ces glandes est constitué par des globules arrondis, colorés en rose par le carmin, et formant des amas mamelonnés ou disposés sous forme de bandes radiales. Au milieu de ces globules, il s'en trouve d'autres qui sont plus pâles ou complètement incolores et assez réfringents, qui sont peut-être des globules graisseux dont la graisse aurait été en partie dissoute par les réactifs. Parmi ces éléments, on rencontre enfin des granulations de pigment jaune, plus ou moins abondantes. Ces différents éléments, qu'il aurait fallu pouvoir étudier chez des animaux frais, correspondent très bien à ceux qui ont été décrits par Kowalevsky dans les glandes génitales de ses *Balanoglossus* en dehors de l'époque de la reproduction.

Il n'est pas d'animal dont la position systématique ait été discutée comme celle du *Balanoglossus*.

Tour à tour rapproché des *Tuniciers*, des *Némertes*, des *Échinodermes* et des *Vertébrés*, il n'a pas encore pu trouver sa place dans la classification. Je suis loin d'avoir la prétention de résoudre un problème aussi difficile ; mais je voudrais résumer ici

quelques réflexions qui m'ont été suggérées, pendant le cours de mes recherches, par l'étude de certains organes, et par l'importance que je crois devoir attacher à certaines dispositions.

Il y a peu de choses à dire sur les ressemblances du *Balanoglossus* avec les *Némertes* et avec les *Tuniciers*. Autrefois on a comparé la trompe du *Balanoglossus* à celle d'un *Némertien*; mais maintenant que nous possédons des documents complets sur la structure et sur le développement de cet organe dans les deux groupes, il ne peut plus être question d'un semblable rapprochement. La trompe du *Balanoglossus*, qui dérive du lobe préoral de la *Tornaria*, est bien différente de la trompe d'un *Némertien* qui naît d'une invagination ectodermique. S'il était prouvé que la gaine proboscidiennne des *Némertes* a bien réellement une origine endodermique, on pourrait peut-être la comparer au diverticulum pharyngien du *Balanoglossus*. Ce rapprochement pourrait être admis par des naturalistes qui, comme Hubrecht, cherchent dans la gaine proboscidiennne des *Némertes* un organe homologue à la chorde dorsale des *Vertébrés*. Mais pour trouver dans le *Balanoglossus* des organes caractéristiques d'un *Vertébré*, il n'est pas nécessaire de passer par les *Némertes*. Enfin, la structure du système nerveux exclut toute idée de parenté du *Balanoglossus* avec ce dernier groupe; il y a bien, il est vrai, un anneau de substance nerveuse à la base de la trompe, mais cet anneau, qui est situé en dehors de la bouche, n'a pas les caractères d'un organe central et nous ne pouvons pas le comparer aux masses nerveuses de l'extrémité antérieure du corps chez les *Némertes*.

Les ressemblances du *Balanoglossus* avec les *Tuniciers* ne sont pas non plus bien profondes, et ne sont pas de nature à indiquer un lien de parenté, puisqu'elles ne portent que sur l'appareil branchial. Or, cet appareil présente dans tout le règne animal une trop grande variation pour qu'il puisse servir à établir des homologues. Les ressemblances cependant n'en sont pas moins indiscutables; et comme les *Tuniciers* sont proches parents des *Vertébrés*, que le *Balanoglossus* présente avec les *Chordata* une parenté sur laquelle j'insisterai tout à l'heure, nous ne devons pas perdre complètement de vue que les appareils branchiaux du *Balano-*

glossus, des Tuniciers et de l'Amphioxus offrent une structure fondamentale identique.

Il reste maintenant à discuter les deux autres hypothèses émises sur la parenté du Balanoglossus, hypothèses qui s'appuient sur des faits beaucoup plus précis, dont l'une a été formulée et développée avec un grand talent par Metschnikoff qui a rapproché le Balanoglossus des Échinodermes, et l'autre par Bateson qui l'a rapproché des Vertébrés. Les affinités du Balanoglossus avec ces deux types reposent sur des caractères bien différents; mais il est bien difficile de choisir entre les deux hypothèses, car on ne saurait nier que la larve du Balanoglossus ne soit constituée comme une larve d'Échinoderme, ni que l'animal adulte n'offre avec les *Chordata* des ressemblances qui s'imposent forcément à l'esprit. Les zoologistes qui sont portés à attribuer une grande importance à la forme larvaire et qui estiment que la connaissance de cette forme doit fournir des renseignements plus précis que l'étude de l'animal adulte, admettront un lien de parenté entre le Balanoglossus et les Échinodermes, tandis que ceux qui accordent de l'importance à la structure et aux relations des organes chez l'adulte rangeront plus volontiers le Balanoglossus parmi les *Chordata*.

Dans sa note publiée par l'*Anzeiger*, Metschnikoff a discuté avec beaucoup de compétence la parenté du Balanoglossus avec les Échinodermes; il cite des faits qui ont certainement une grande valeur et qui parlent en faveur de sa manière de voir. Il est inutile que je reproduise ici l'argumentation développée par Metschnikoff: la Tornaria est une véritable larve d'Échinoderme; on ne peut le nier. Elle diffère cependant d'une larve ordinaire d'Échinoderme, d'un *Echinopædium*, par exemple, par quelques caractères assez importants résumés par Giard dans les lignes suivantes: « La présence chez cette larve d'un cœur très particulier que l'on n'a jamais observé chez les larves d'Échinodermes, l'apparition relativement tardive des couronnes ciliaires, l'existence d'une bande musculaire unissant le système aquifère au point médian des taches oculiformes, sont autant de points qui me laissent encore quelques doutes et réclament de nouvelles investigations; Metschnikoff passe un peu trop facilement à côté de ces difficultés. »

Si la *Tornaria* est proche parente d'un *Echinopædium*, si elle lui est presque complètement identique, ce que j'admetts très volontiers, en revanche le *Balanoglossus* adulte offre une organisation telle, qu'on ne peut y découvrir aucune ressemblance importante avec un Échinoderme. Je reconnais, à la vérité, que les phénomènes de dégénérescence qu'on a signalés dans les glandes génitales du *Balanoglossus* sont absolument identiques à ceux qui se passent chez les Échinides ; Giard insiste avec raison sur cette ressemblance. J'ai moi-même indiqué plus haut la complète analogie de structure qui existe entre la glande proboscidiennne du *Balanoglossus* et la glande madréporique des Échinides. Mais ces ressemblances, à coup sûr fort curieuses, ne sont pas de celles sur lesquelles on peut se baser pour établir un lien de parenté.

Voici comment s'exprime Metschnikoff en parlant du *Balanoglossus* adulte : « L'hypothèse d'une proche parenté entre la *Tornaria* et l'*Echinopædium*, dit-il, repose non seulement sur ces considérations embryogéniques, mais encore sur une réduction de l'organisation du *Balanoglossus* adulte au type Échinoderme. Le plan de structure n'offre, sous ce rapport, aucune difficulté parce que la symétrie bilatérale est typique pour les larves de ces derniers animaux ; la différence consiste seulement en ce que chez le *Balanoglossus* la symétrie bilatérale persiste durant la vie entière, la disposition radiaire des organes n'arrivant pas au développement. » Les ressemblances les plus importantes que Metschnikoff trouve entre le *Balanoglossus* et les Échinodermes sont les suivantes : « Le système aquifère est représenté chez le *Balanoglossus* par le sac de la trompe, et l'ouverture de cette dernière au dehors se fait par un pore dorsal homologue de l'organe correspondant des Échinodermes.... Le sac aquifère, au lieu de se différencier en diverses parties (anneaux, troncs ambulacraires) disposées radiairement, reste à un stade antérieur de l'évolution.... La soi-disant trompe ne doit plus être considérée que comme un tentacule ambulacraire unique, et doit être parallélisée avec les formations analogues des Échinodermes, avec les tentacules des *Holothuries* notamment. »

Ce sont là des hypothèses fort ingénieuses et très séduisantes, mais qui ne reposent pas sur des preuves suffisantes. Je ne puis,

pour ma part, admettre que la trompe du *Balanoglossus* soit un ambulacre ou un tentacule d'Échinoderme ; non seulement rien ne le prouve, mais il y a des raisons pour repousser une semblable assimilation. Nous savons en effet comment se forme la trompe du *Balanoglossus* : c'est le lobe préoral de sa larve qui se développe et acquiert une musculature particulière pour lui donner naissance. Or, y a-t-il dans ce développement quelque chose qui rappelle la formation d'un ambulacre d'Échinoderme qui se développe, comme on sait, d'une manière bien différente ?

En somme, je le répète, la larve du *Balanoglossus* rappelle une larve d'Échinoderme, mais si l'on essaye de comparer l'animal adulte à un Échinoderme, on se heurte à des difficultés insurmontables. Or, si l'on compare le *Balanoglossus* aux *Chordata*, on trouvera, et dans l'embryogénie, et dans l'organisation de l'animal adulte, des ressemblances d'ordre beaucoup plus important, il me semble du moins, que celles dont Metschnikoff s'est servi pour établir son raisonnement.

S'il est un organe éminemment caractéristique de l'organisme du Vertébré, c'est à coup sûr la chorde dorsale ; c'est-à-dire une formation qu'on s'accorde généralement à considérer comme ayant une origine endodermique, au moins chez les Vertébrés inférieurs, qui court le long de la ligne médiane du corps en dessus de l'intestin et en dessous du système nerveux central, et qui offre une structure et un mode d'évolution parfaitement déterminés. Or, ne trouvons-nous pas dans le diverticulum pharyngien du *Balanoglossus* tous les caractères de la notochorde ? C'est un organe d'origine endodermique ; il est situé sur la ligne médiane en dessous du système nerveux central et en dessus du pharynx ; il présente enfin la structure si caractéristique de la notochorde. A la vérité, la chorde dorsale des Vertébrés est un organe allongé et plein ; le diverticulum pharyngien du *Balanoglossus* est creux ; il n'offre qu'un trajet très court, puisqu'il s'étend surtout dans la cavité de la trompe, en avant du cordon nerveux dont il ne dépasse pas, en arrière, le tiers antérieur. Mais est-ce un motif suffisant pour exclure toute homologie entre les deux organes ? Je ne le crois pas, car il y a bien d'autres raisons plus solides pour affirmer cette homologie. Le diverticulum pha-

ryngien donne, de plus, naissance, par sa face ventrale et un peu par ses faces latérales, à une pièce squelettique, sorte de cartilage de soutien, dans lequel nous pouvons voir quelque chose d'homologue à la colonne vertébrale. Enfin, le cordon nerveux du collier rappelle absolument par sa position, par ses caractères histologiques et par son développement, le canal médullaire des Vertébrés. Ce cordon nerveux offre même une structure tellement particulière qu'on ne trouverait pas un seul Invertébré possédant un système nerveux analogue. J'ai déjà dit que le fait que cet organe était un cylindre creux et non un cordon plein, ne devait pas avoir une importance considérable; d'ailleurs le cordon dorsal du collier n'est pas plein, mais il est seulement lacuneux.

Il est à peine besoin de rappeler combien l'appareil branchial offre d'affinités avec celui de l'*Amphioxus*. Cette ressemblance est même un des caractères qui ont le plus frappé les premiers observateurs, et, malgré les variations que cet appareil est susceptible de subir, nous ne devons pas négliger absolument cette ressemblance; si elle était isolée et unique, elle n'aurait pas une grande valeur, mais elle en acquiert parce qu'elle vient s'ajouter à d'autres caractères communs au *Balanoglossus* et aux *Chordata*.

Enfin, on peut rapprocher, comme le fait Bateson, les canaux qui s'étendent depuis la première paire de branchies jusque dans la cavité du collier, des tubes excréteurs qui ont été étudiés par Hatscheck chez l'*Amphioxus*.

Des homologies remarquables paraissent donc exister entre la chorde dorsale, l'axe cérébro-spinal et la colonne vertébrale des *Chordata*, et le diverticulum, le cordon nerveux du collier et la plaque pharyngienne du *Balanoglossus*. Ces homologies portent sur des organes essentiels, elles s'appuient sur des relations qu'on regarde comme absolument caractéristiques des Vertébrés.

Que l'on considère une coupe transversale du *Balanoglossus* passant par le commencement du collier (fig. 9), et l'on ne pourra qu'être frappé par la structure et les relations des organes. La coupe est presque identique à celle qu'on obtiendrait en certaines régions du corps chez un embryon de Vertébré.

Les données que nous possédons sur le développement du *Balanoglossus* confirment encore ces homologies.

Nous savons en effet que le diverticulum pharyngien apparaît de très bonne heure chez la *Tornaria*, puisqu'il se développe aux stades *F* et *G* de Bateson, c'est-à-dire avant la formation de la première paire de sacs branchiaux, par un refoulement de la paroi de l'archentéron. Le développement de la corde dorsale est assurément différent chez l'*Amphioxus*, puisque cet organe se différencie, sur toute la face dorsale, de l'archentéron. Mais ce qu'il est important de constater, c'est que le diverticulum apparaît très peu de temps après l'établissement de la gastrula. Quelle signification attribuera-t-on à ce diverticulum si l'on rejette l'hypothèse d'une proche parenté avec les Vertébrés et si l'on fait dériver le *Balanoglossus* de la même souche que les Échinodermes? Le cordon nerveux du collier se développe d'après les mêmes processus que le système nerveux central des *Chordata*, et la plaque pharyngienne se forme aux dépens des cellules du diverticulum d'une manière qui rappelle ce qui se passe chez l'*Amphioxus*.

Des ressemblances aussi frappantes nous autorisent, je crois, à émettre l'hypothèse que le *Balanoglossus* est un proche parent des Vertébrés, et qu'il appartient aux *Chordata*. Bateson proposait dans son mémoire la classification suivante des *Chordata* : *Hemichordata* (Entéropneustes), *Urochorda*, *Cephalochorda* et *Vertebrata*. A-t-il voulu indiquer par là, que les *Urochorda* descendent des *Hemichordata* et les *Cephalochorda* des *Urochorda*?

Pour ma part, je n'admettrais pas cette hypothèse. Je partage en effet complètement l'opinion des naturalistes qui voient dans l'*Amphioxus* et les Tuniciers, non pas les ancêtres des Vertébrés, mais au contraire des Vertébrés dégénérés. J'admets de même que le *Balanoglossus* est un type dégénéré, dont la larve en s'adaptant à des conditions particulières d'existence, aurait acquis des caractères qui la font ressembler à une larve d'Échinoderme ; mais l'animal adulte a conservé des caractères qui le rapprochent trop visiblement des *Chordata* pour que l'on puisse attribuer une grande importance à la *Tornaria*.

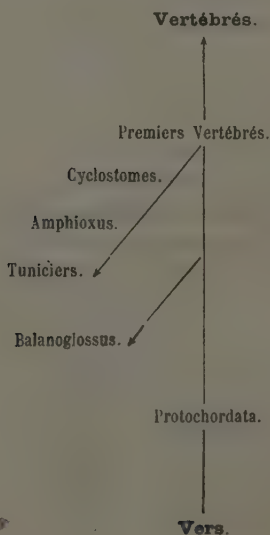
Les caractères de la dégénérescence observée chez les Cyclostomes, l'*Amphioxus* et les Tuniciers ont été développés par Dohrn particulièrement, et sont bien connus maintenant. Or, les phénomènes de dégénérescence ne se rencontrent-ils pas non plus chez

le Balanoglossus? Son organisation tout entière présente des caractères indéniables d'une dégénérescence profonde; il faut ajouter encore que le genre de vie du Balanoglossus est très comparable à celui de l'Amphioxus; comme cela arrive chez ce dernier ainsi que chez les Ascidies, la larve après sa métamorphose produit un animal peu mobile, vivant dans le sable qu'il paraît ne jamais quitter.

J'ajouterai encore une remarque. N'est-il pas curieux de constater que, parmi ces quatre types qu'on peut considérer comme dégénérés, Cyclostomes, Amphioxus, Tuniciers et Balanoglossus, trois sont représentés seulement par quelques genres à peine, ou même par un seul, et que ces trois types, tout en ayant une grande extension géographique, sont parqués dans certaines stations parfaitement délimitées, et s'y sont en quelque sorte isolés. On peut, il est vrai, objecter que les Tuniciers sont représentés par des espèces nombreuses et variées; il faut cependant remarquer que, dans ce dernier groupe, plusieurs genres ont conservé leur vie pélagique et que chez les genres qui se fixent (Ascidies), les caractères différentiels, génériques ou spécifiques, ne paraissent pas avoir une valeur considérable, puisqu'ils ne portent guère, somme toute, que sur des changements dans la forme et les relations de la branchie. On conçoit d'ailleurs très bien qu'un type, même dégénéré, ait été susceptible, à un moment donné, de subir des variations et de présenter des différenciations notables au lieu de rester réduit à un genre unique. Quoi qu'il en soit, il me semble que, lorsqu'on recherche les affinités du Balanoglossus et qu'on a des raisons pour le considérer comme un type dégénéré, on ne doit pas négliger les renseignements qu'on peut puiser dans la connaissance de son genre de vie et de son extension géographique. Nous obtenons ainsi des éléments d'une nouvelle comparaison entre le Balanoglossus, dernier représentant de *Chordata* dégénérés, et l'ensemble des Cyclostomes, Amphioxus et Tuniciers qui représentent les Vertébrés dégénérés.

Pour mieux préciser l'opinion que je me fais sur la descendance et sur les affinités du Balanoglossus, j'ajouterai encore quelques mots. La souche des animaux qui se sont détachés des Vers et qui ont acquis progressivement la chorde dorsale, renfermait des

types qui ont presque tous évolué vers une organisation très supérieure et qui sont devenus les Vertébrés actuels. De ces Vertébrés s'est détaché de très bonne heure un groupe renfermant des animaux qui n'ont pas évolué comme les autres, mais qui, au lieu de se perfectionner, ont au contraire dégénéré, et ont donné successivement les Cyclostomes, l'Amphioxus et les Tuniciers. Le Balanoglossus a dû se détacher de la souche des *Chordata* avant que ceux-ci aient produit les véritables Vertébrés. Il a donc fait son apparition avant les Vertébrés et par conséquent avant les Cyclostomes, l'Amphioxus et les Tuniciers. En d'autres termes, je crois que les Balanoglossus ont pour ancêtres des *Chordata* qui n'étaient pas encore devenus des Vertébrés, tandis que les Cyclostomes, l'Amphioxus et les Tuniciers viennent de *Chordata* qui avaient déjà évolué en Vertébrés. Le Balanoglossus ne continue donc pas une série représentée actuellement par les Cyclostomes, l'Amphioxus et les Tuniciers ; il appartient à une souche différente, ayant cependant la même origine que celle qui a produit ces derniers, qui sont, comme le Balanoglossus, des animaux dégénérés.



EXPLICATION DES PLANCHES

Lettres communes à toutes les figures.

- b.* bouche.
- br.* branchies.
- c.* cœur.
- c. g.* espaces représentant les deux portions séparées du reste de la cavité générale sur la ligne médiane dorsale dans le collier.
- c. l.* prolongements latéraux du cœur, desquels partent les vaisseaux des parois de la trompe.
- c. m.* prolongement médian du cœur.
- c. p.* prolongements postérieurs du cœur.
- c. n.* couche nerveuse à la base de l'épithélium externe.
- d.* diverticulum né de la paroi dorsale du pharynx, offrant les mêmes éléments que la corde dorsale des Vertébrés.
- d'.* sa lumière.
- e. e.* couche épithéliale externe.
- e. i.* couche épithéliale de l'intestin.
- g.* glande de la trompe.
- g. e.* sa couche périphérique.
- g. v.* les vaisseaux de la glande proboscidiennne.
- g. g.* glande génitale.
- i.* cavité digestive.
- l.* espaces ovalaires, en forme de lacunes, dans la portion celluleuse du cordon dorsal du collier.
- m. d.* mésentère dorsal.
- m. v.* mésentère ventral.
- m. g.* masse des tissus conjonctifs et musculaires remplissant la cavité générale.
- m. tr.* masse des tissus conjonctifs et musculaires remplissant la cavité de la trompe.
- l. tr.* muscles longitudinaux entourés de tissu conjonctif continuant, dans le pédicule, les muscles de la trompe, et restant en dehors des deux espaces *c. g.*
- m. l. e.* muscles longitudinaux de la paroi du corps.
- m. t. e.* muscles transversaux de la même paroi.
- m. l. i.* muscles longitudinaux de la paroi intestinale.
- m. t. i.* muscles transversaux de la même paroi.
- n. c.* cordon nerveux dorsal du collier formant le système nerveux central.
- n. d.* nerf dorsal.
- n. v.* nerf ventral.
- p.* plaque squelettique pharyngienne.

- p'*. ses deux branches postérieures obliques.
p. f. portion fibreuse du cordon nerveux du collier.
p. c. portion celluleuse du même.
p. tr. pore dorsal de la trompe.
s. sac de la glande de la trompe.
v. d. vaisseau longitudinal dorsal (sous-nervien).
v. n. vaisseau sus-nervien du collier.
v. p. vaisseaux dans la plaque pharyngienne.
v. v. vaisseau longitudinal ventral.

N. B. — Les fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9, qui représentent des coupes transversales du pédicule de la trompe et du collier, n'ont pas pu être disposées sur les planches dans leur ordre naturel, c'est-à-dire de telle sorte que la coupe la plus voisine de l'extrémité antérieure du corps fût représentée sur la fig. 3, et la coupe la plus éloignée par la fig. 9. Ces figures doivent être parcourues dans l'ordre suivant : fig. 6, 7, 3, 8, 9, 5 et 4.

PLANCHE I.

Fig. 1. — *Balanoglossus sarniensis* de grandeur naturelle.

Fig. 2. — Coupe longitudinale horizontale du collier et de la base de la trompe, montrant le sac de la glande, mais non la glande elle-même, et la coupe oblique de la partie rétrécie du diverticulum occupant la face dorsale de la plaque pharyngienne. — G. = 10.

Fig. 3. — Coupe transversale du pédicule de la trompe passant par un plan intermédiaire à ceux des coupes représentées fig. 6 et fig. 7. La glande est très réduite et ne montre plus que sa couche périphérique renfermant des fibres musculaires longitudinales; son sac est encore très large. La plaque pharyngienne apparaît sous forme d'une lame homogène à la base de la couche nerveuse. — G. = 30.

Fig. 4. — Coupe transversale du collier vers son milieu, montrant le cordon nerveux dorsal, les mesentères dorsal et ventral, et les vaisseaux qui se ramifient sous les couches épithéliales intestinale et externe. — G. = 9.

Fig. 5. — Coupe transversale du collier près de l'orifice du diverticulum dans l'intestin, passant par un plan antérieur à celui de la coupe précédente. On voit les deux branches divergentes de la plaque squelettique et les deux troncs vasculaires dont la réunion formera le vaisseau ventral. — G. = 22.

PLANCHE II.

Fig. 6. — Coupe transversale du pédicule de la trompe près de son extrémité antérieure, montrant la glande, son sac encore peu distinct et le diverticulum. — G. = 55.

Fig. 7. — Coupe transversale de la base de la trompe, en arrière de la précédente. Les parois de la trompe se sont rapprochées de la glande, devenue plus mince. Le cœur aplati est visible entre le sac de la glande et le diverticulum. De chaque côté de la glande se trouvent deux espaces irréguliers remplis de granulations colorées. — G. = 17.

Fig. 8. — Coupe transversale du pédicule de la trompe vers le milieu de ce

pédicule. Le sac de la glande proboscidiennne a disparu. Le canal dorsal de la trompe est tapissé par une couche épithéliale continue. Les deux prolongements postérieurs du cœur envoient des branches dans le milieu de la plaque pharyngienne. — G. = 40.

Fig. 9. — Portion d'une coupe transversale du collier dans sa partie antérieure. Le cordon nerveux dorsal du collier remplace la couche nerveuse de la face dorsale du pédicule; les vaisseaux qui continuent les prolongements postérieurs du cœur s'écartent de la ligne médiane. — G. = 48.

Fig. 10. — Portion d'une coupe longitudinale parallèle au plan sagittal et un peu en dehors de ce plan, montrant les relations respectives du diverticulum, du cœur, de la glande proboscidiennne et de son sac. — G. = 25.

PLANCHE III.

Fig. 11. — Coupe longitudinale sagittale de la base de la trompe et du collier pour montrer les relations des organes situés à la base de la trompe et contenus dans son pédicule. — G. = 10.

Fig. 12. — Coupe longitudinale sagittale au niveau du point de réunion du collier avec le pédicule de la trompe montrant la terminaison antérieure du cordon nerveux central. — G. = 75.

Fig. 13. — Portion d'une coupe longitudinale sagittale passant par les trois cylindres remplis d'éléments nerveux qui s'étendent du cordon nerveux central à la couche épithéliale externe. — G. = 75.

Fig. 14. — Coupe transversale vers le milieu de la région branchiale. En *v. l.* et *v. l.* sont indiqués les vaisseaux latéraux de la région branchiale. — G. = 12.

Fig. 15. — Coupe sagittale à l'extrémité postérieure du collier, montrant la terminaison postérieure du cordon nerveux et le canal central qui prend naissance dans sa partie celluleuse par l'écartement des cellules nerveuses; *c. d.* l'ouverture de ce canal à l'extérieur. — G. = 34.

Fig. 16. — Coupe transversale du cordon nerveux du collier et de la paroi du corps. Les couches épithéliales externe et interne n'ont pas été représentées. — G. = 42.

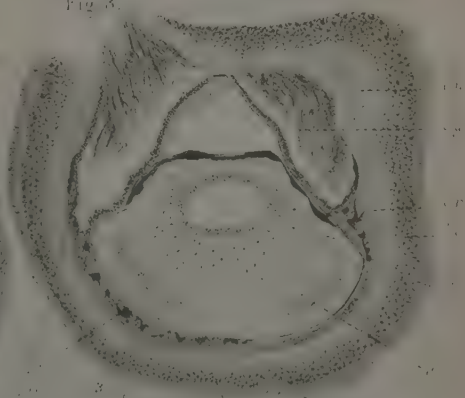
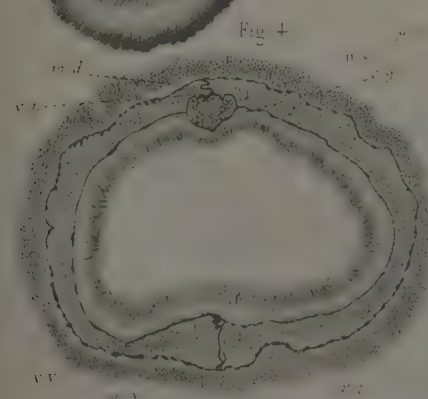
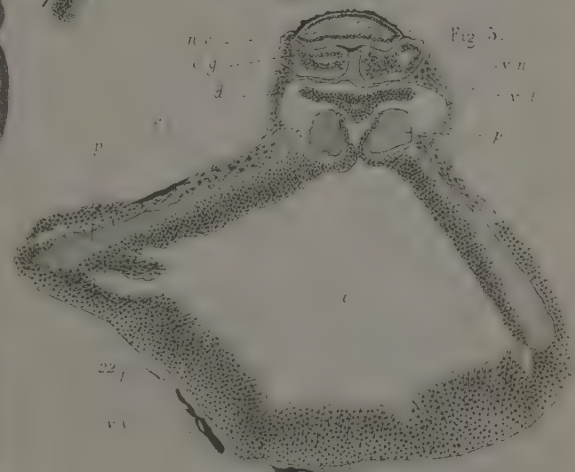
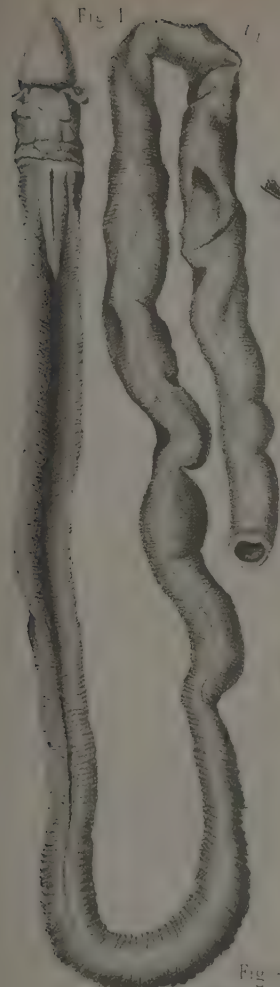


Fig. 8.

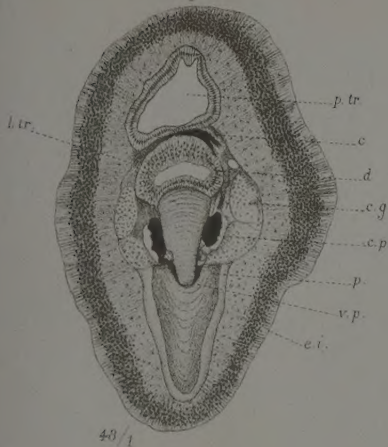


Fig. 6.



Fig. 9.

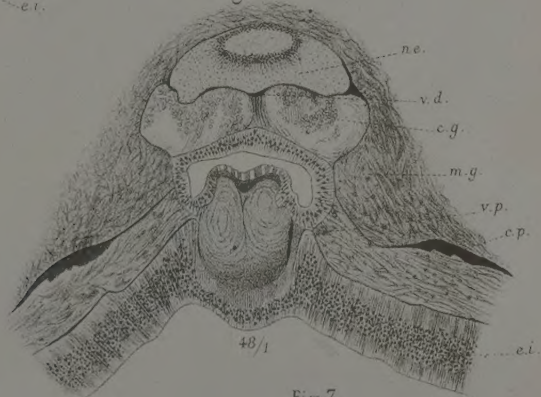


Fig. 10.



Fig. 7.

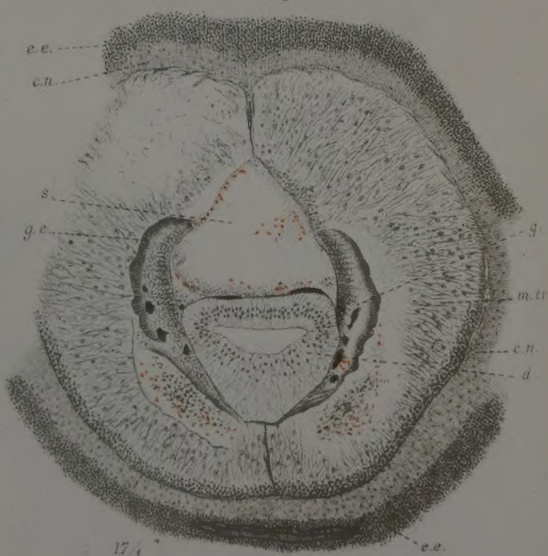


Fig. 11

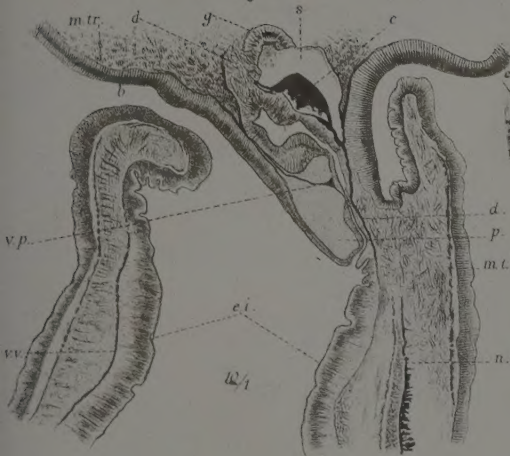


Fig. 12

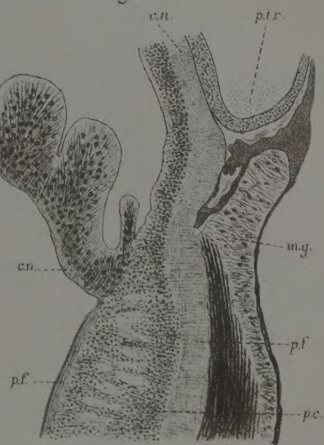


Fig. 13



Fig. 14



Fig. 15



Fig. 16

